

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

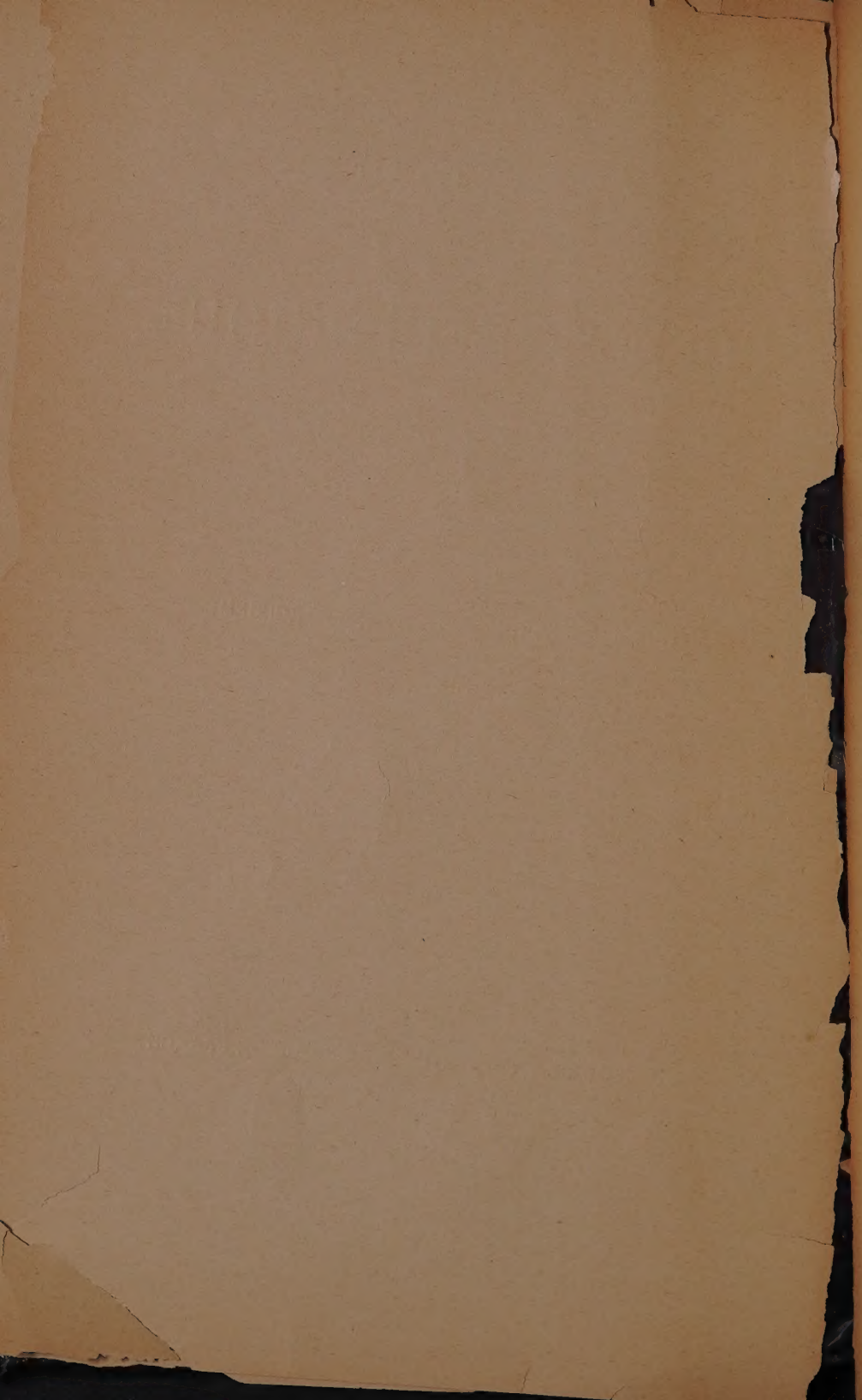
BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME VINGT-TROISIÈME

1895

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1895



NOTES & MÉMOIRES





NOTES & MÉMOIRES

présentés dans les Séances

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

ÉTUDE DE L'ÉROSION DANS LE PLATEAU ARDENNAIS,

par **H. ARCTOWSKI** (1).

Le plateau ardennais n'est qu'une minime partie de cette vaste plaine d'abrasion (2) qui marque encore de nos jours l'emplacement et la direction de la chaîne hercynienne, de la fin de l'ère paléozoïque. Cette chaîne de montagnes, dont les sommets devaient s'élever à plus de 5.000 mètres de hauteur (3), a été totalement rasée par la dénudation marine (4). Ce sont les mers transgressives (5) de l'époque permienne, la mer cénomaniennne et la mer du Tongrien qui ont effectué ce travail ; — des falaises se sont formées le long de ce continent d'alors et comme le niveau de la mer cénomaniennne s'est, de toute probabilité, élevé progressivement, le travail érosif de la vague n'a pu prendre fin, les falaises ont fait suite aux falaises jusqu'à ce que tout ce continent, toute cette chaîne immense, soit complètement détruite et engloutie par les flots. C'est pourquoi les têtes des anticlinaux et des contournements si variés des terrains primaires de cette région, sont coupées, suivant un plan

(1) Note présentée à la séance du 21 janvier 1895; manuscrit remis le 8 janvier. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 6 février 1895.

(2) von R. RICHTHOFEN. Führer für Forschungsreisende, pp. 173, 356, 614.

(3) CORNET et BRIART. Sur le relief du sol en Belgique (*Ann. Soc. géol. Belg.* IV, p. 114).

(4) Comparez von R. RICHTHOFEN. China II, p. 766 et suivantes.

(5) E. SUSS. Die Entstehung der Alpen, p. 104 et p. 48; comparez également E. SUSS, Das Antlitz der Erde.

légèrement incliné; c'est également pourquoi aucune faille n'est marquée, à la surface, par une dénivellation. L'ensemble de ces terrains se présente en forme d'une bosse, très aplatie, émergeant légèrement hors des assises du Secondaire et de l'ère tertiaire qui l'environnent de toute part.

La preuve immédiate de ce fait, que c'est la mer du Crétacé supérieur qui a contribué pour la plus large part à l'abrasion de la chaîne hercynienne, est la présence du petit îlot cénomani de Hokai qui, à l'altitude de 565^m, couronne l'une des parties les plus élevées du plateau, et si d'autres vestiges, de cette importante transgression, n'ont pas été gardés, c'est que la mer tongrienne, également transgressive, s'est chargée de relaver ces dépôts; la preuve de son passage sur ce plateau est donnée par la présence de nombreux îlots de sables blancs que l'on retrouve par places dans le Condroz et ailleurs. Dans le bois de Herocay, près de Houffalize, ils s'élèvent au niveau de 460^m.

Ces faits montrent clairement que le travail d'érosion des eaux ruisselantes a dû s'effectuer, dans cette contrée qui nous intéresse, dans des conditions tout particulièrement simples.

Le creusement est effectivement de date récente, il n'a pu commencer qu'avec la période miocène; dès le début, le pays était une plate-forme à pente douce, légèrement recouverte d'une sédimentation fraîche, qui a pu être rapidement enlevée et que nous n'avons pas besoin de mettre en ligne de compte; la surface de ces terrains, d'une dureté extrême, était débarrassée de toute aspérité, elle était pour ainsi dire lisse; enfin, le climat étant humide et les terrains étant imperméables, toute l'eau qui tombait devait ruisseler.

Le travail mécanique que les eaux qui s'écoulaient sur une pente doivent effectuer se subdivise, comme on le sait, en trois facteurs: l'ablation, le transport des matériaux et la corrosion que les matériaux transportés exercent sur les parois du canal d'écoulement.

L'érosion tend à approfondir sans cesse la vallée car, en chaque point de la rivière, l'eau qui se meut a le pouvoir d'exercer un travail mécanique égal au produit de sa masse par le carré de sa vitesse et par suite, la rivière doit tendre sans cesse à se créer un lit dont la courbe des pentes soit celle pour laquelle le travail érosif, suivant la verticale, deviendrait nul. D'ailleurs, cette courbe doit nécessairement légèrement varier d'une rivière à l'autre, car elle est fonction des conditions particulières de chacune d'elles. Mais dans chaque cas particulier, tant que cette courbe ne sera pas atteinte, la rivière ne cessera de travailler au creusement de la roche et les

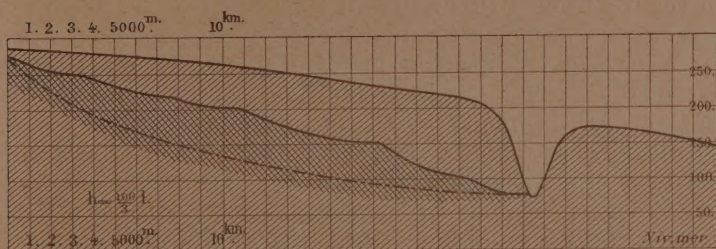


Fig. 1. — Courbe hypsométrique des pentes de la vallée du Hoyou, petit confluent de la Meuse.

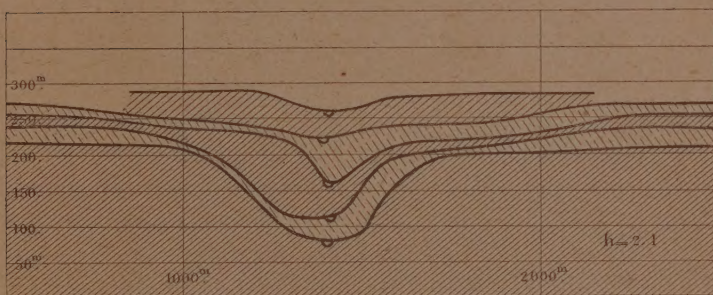


Fig. 2. — Série de coupes hypsométriques transversales de la vallée de Hoyou, depuis la source jusqu'à l'embouchure de cette rivière.

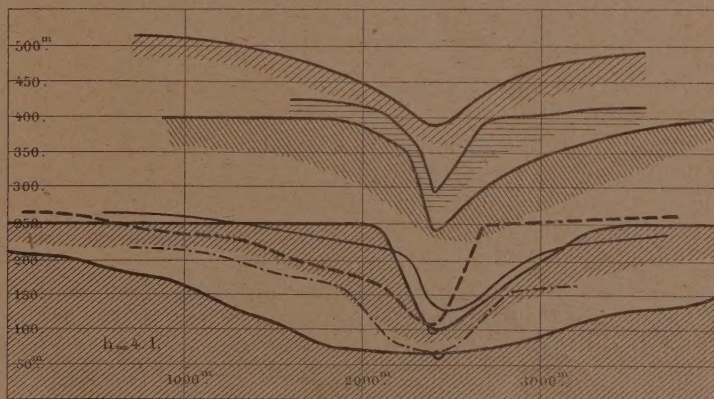


Fig. 3. — Coupes hypsométriques de la vallée de l'Ourthe.

alternatives de quartzites résistants et de schistes fissiles, pouvant donner lieu à de notables variations dans les formes des parois et la largeur de la vallée notamment, n'altéreront en rien la régularité de cette courbe, puisque tout le travail se concentrera au besoin en un seul endroit, tant que l'obstacle ne sera franchi.

La fig. 1 nous représente le tracé hypsométrique des pentes de l'un des petits ruisseaux ardennais des plus caractéristique. Il s'écoule du N. au S. vers la Meuse, et au fur et à mesure qu'il s'en approche, il entame de plus en plus profondément le plateau. Cette figure nous montre clairement que ce lit de rivière ne suit pas une pente régulière, cette pente est au contraire discontinue et, je dois le faire remarquer, il n'y a pas de relation simple entre ces discontinuités et l'emplacement des affluents, ni la nature géologique du sol. Du reste, il doit en être ainsi, car ces vagues de creusement que l'on voit se dessiner sur la figure doivent aller en se déplaçant avec le temps : l'embouchure de la rivière étant le lit d'un fleuve, va effectivement en s'approfondissant peu à peu et par suite, tel profil déjà tout érodé a demandé de toute nécessité à être retracé depuis l'embouchure jusqu'à la source même du ruisseau le jour où la Meuse s'est déplacée, ne fut-ce que de quelques mètres de profondeur... En ce moment géologique, les eaux ont dû reprendre le travail, précédemment déjà achevé près de l'embouchure, et cette nouvelle érosion est allée en s'avancant dans le vieux lit, tandis que d'anciennes vagues n'ont cessé de remonter peu à peu la rivière. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que le profil idéal (indiqué par la ligne pointillée) n'ait pu être achevé jusque maintenant.

La fig. 2 représente un choix de coupes transversales de la vallée de cette même rivière.

On le voit, la grandeur du triangle d'érosion augmente avec la puissance de la rivière ou mieux avec la masse d'eau, mais évidemment, aucune proportionnalité n'est à rechercher, le volume du prisme de matière enlevée devant également dépendre de la nature du sol et avant tout de la profondeur à laquelle les eaux doivent s'écouler. Ce dernier point nous est démontré clairement par les tracés de la fig. 3, qui nous représente un choix de coupes transversales de la vallée de l'Ourthe. On le voit, la grandeur du triangle est également fonction de la profondeur que doit affecter l'entaille.

Une particularité remarquable des rivières ardennaises est leur tendance à suivre d'innombrables sinuosités. Un grand nombre de ces tournants se ressemblent à tel point qu'on ne saurait les distinguer au point de vue de la forme. Leur raison d'être tient incontes-

tablement à une cause unique d'ordre général, et il est à prévoir que l'examen attentif sur le terrain et l'étude des relations hypsométriques peuvent nous dévoiler leur mode de formation.

Il est à remarquer que non seulement les diverses rivières ardennaises sont différemment affectées de sinuosités, mais encore une même rivière n'est pas également sinueuse dans les différentes parties de son cours; — en plus, aux pentes fortes correspondent des rivières très sinueuses, tandis que les rivières à cours rectiligne s'écoulent en général sur les pentes les plus faibles. Dans cette contrée on rencontre des sinuosités resserrées, en forme de zigzag, là où dans d'autres pays il y aurait formation de torrents rectilignes. Comme exemple nous pouvons citer les nombreuses petites vallées sèches qui descendent de la route de Beho vers la vallée de l'Our: Sur une longueur de 3 à 4,200 mètres elles subissent effectivement une chute de 180 à 220 mètres, c'est-à-dire qu'elles ont une pente de 3 à 7 ‰, en ligne droite. La roche étant massive et dure l'érosion verticale est difficile et, par ce fait, le ruisseau a plus facile à allonger son cours en érodant les flancs de la vallée que de se creuser la ligne de pente qui correspond à sa chute normale. De la sorte son cours s'allonge, il y a production de promontoires en forme de langues et tout le travail d'approfondissement continue à se faire obliquement, suivant la direction de ces langues, car c'est là que la force de toute la masse de l'eau se concentre.

Tous les tournants se sont développés progressivement. Le cours d'aujourd'hui n'est point la projection des cours d'autrefois et bien loin de là: partout où la rivière suit une courbe les eaux se sont déplacées avec le temps dans la direction de la courbure. La rivière a voyagé, vers la gauche, un peu plus loin vers la droite, puis de nouveau vers la gauche et la direction de ces déplacements, aux différents endroits, nous est fournie aujourd'hui: 1° par l'emplacement des alluvions anciennes, qui correspondent à un développement plus ou moins parfait de la vallée; ce qui fait que l'on trouve ces alluvions à des hauteurs très variables de 60, de 100 mètres et même plus au-dessus du lit actuel du fleuve (exemple: la Meuse); et 2° par ses relations hypsométriques.

L'étude des coupes hypsométriques tracées perpendiculairement à la rivière, aux différents endroits d'un même tournant, nous fournit une idée claire de la marche progressive du déplacement. Et, remarquons tout d'abord que, d'une façon générale, dans les tournants les deux pentes des flancs de la vallée sont très différentes. Tandis que la pente interne est toujours faible, — soit rectiligne,

soit plus ou moins concave ou convexe vers le ciel, de sorte que la partie de terrain que la rivière contourne affecte la forme d'un cône ou d'une bosse, — la pente externe est au contraire abrupte et, par suite, la rivière est toujours entourée d'un cône très régulier et la courbure de la rivière qui s'écoule à ses pieds est également régulière. C'est que, effectivement, la pente faible correspond à la rive que la rivière abandonne, tandis que la rive à forte pente est excentrique, c'est la rive que la rivière attaque, c'est là une pente d'éboulement, une falaise.

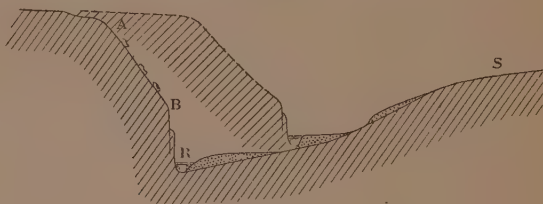


Fig. 4.

Ainsi, sur la fig. schématique ci-contre, la pente forte A B n'a pas été façonnée par l'eau : la vallée ne s'est pas creusée peu à peu le long de la ligne A B et la forme de cette rive est indépendante et de l'histoire de l'activité de l'eau courante de la rivière et de la vitesse du creusement, du rayon de courbure, etc., cette rive est une véritable falaise dont les pieds n'ont cessé d'être minés et que par cela même a toujours été en voie de recul. Sa pente (et sa forme) est simplement fonction de la nature de la roche. Avec le temps, le cours d'eau s'est donc avancé régulièrement de S jusqu'en R, mais en même temps qu'il rongait la falaise et emportait ses débris il s'enfonçait peu à peu ; ceci fait qu'il laisse derrière lui une pente parfaitement régulière et la grandeur de la pente nous exprime aujourd'hui fidèlement l'histoire relative de la marche de ce déplacement.

La fig. 5 nous montre clairement que la ligne *ad* nous exprime réellement par sa forme, sa longueur et son inclinaison, une véritable histoire. Ce sont là deux coupes superposées, l'une *adc* est transversale au tournant, l'autre *bdc* est faite à la sortie du tournant. En ce point la rivière a toujours suivi la même direction et son travail d'érosion a donné un ravin ; ici il n'y a pas eu d'érosion tangentielle, la surface du triangle doit donc être minimum, car la vallée est le produit de l'abaissement progressif de la rivière dans le sens vertical.

Dans le coude, au contraire, la vallée actuelle nous est donnée par la somme de toute une suite de vallées, creusées aux différentes époques, vallées qui ne se superposent pas.

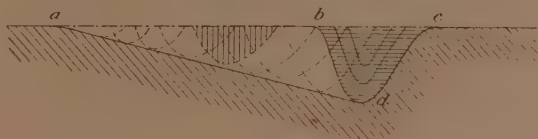


Fig. 5.

Je ne puis insister, en cet endroit, sur les nombreux détails que l'on peut observer dans les formes qu'affectent les divers chenaux d'écoulement ; néanmoins, je ferai remarquer que l'étude hypsométrique des tournants, des boucles que forment certaines rivières, des simples rigoles que l'on trouve sur les flancs des vallées, des nombreux réceptacles que l'on peut observer partout sur les hauteurs, que cette étude de détail peut nous faire comprendre le mécanisme même de la production de toutes ces formes.

Il est presque inutile de faire remarquer que l'ensemble des faits acquis se comprend très bien en ne supposant en action que des masses d'eau peu différentes de celles qui s'écoulent actuellement des plateaux : — des hypothèses diluviennes, bien loin de nous faire comprendre les formes simples que l'on peut observer en Ardenne, rendraient au contraire un bien grand nombre de faits absolument incompréhensibles. La production de formes régulières nécessite un travail progressif et lent.

LE LIAS ET LE JURASSIQUE MOYEN EN BORDURE A L'OUEST DU PLATEAU CENTRAL,

par **Ph. GLANGEAUD** (1).

Le Jurassique du bassin sud-ouest de la France forme une bordure aux formations cristallines ou primaires du Plateau Central. On peut, au point de vue de son extension géographique, le considérer comme formant deux grandes régions réunies par une partie rétrécie. La région du sud, qui a une largeur maximum de 90 kilomètres, est comprise entre Brives, Terrasson, Cahors, Figeac et Vaour à l'est de Montauban. La partie rétrécie, par suite de la transgression du Crétacé, n'a qu'une largeur moyenne de 15 kilomètres. Les deux points extrêmes sont Terrasson et Nontron. A partir de ce dernier point, un nouvel épanouissement du Jurassique constitue une bande de 40 à 50 kilomètres de large, barrant le seuil Poitevin et s'étendant jusqu'à l'Océan, au sud du massif vendéen.

Je n'ai étudié, dans mon travail, que le Lias et le Jurassique moyen compris entre Turenne (au sud de Brives), Montmorillon, Poitiers et Niort, au nord. Mais c'est sur la bordure jurassique du Plateau Central que j'ai recueilli le plus de données.

I. — STRATIGRAPHIE

J'étudierai d'abord la stratigraphie de la région que je viens de définir ; l'étude tectonique sera traitée séparément.

INFRA-LIAS

Rhétien. — Le Rhétien affleure d'une façon discontinue le long de la bordure ouest du Plateau Central et repose en discordance sur les schistes cristallins, parfois sur la granulite comme à Nontron.

Dans les environs de Brives, il y a eu, comme l'a montré M. Mouret, des mouvements du sol post-triasiques qui ont amené une discordance entre le Trias et l'Infra-Lias. Cette discordance existe également dans les départements du Lot et du Tarn-et-Garonne.

(1) Note présentée à la séance du 24 janvier 1895 ; manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 16 février 1895.

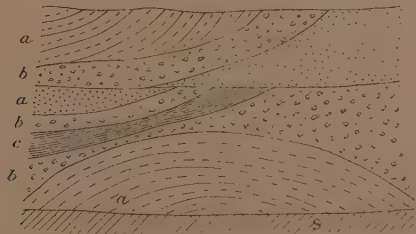
Dans le détroit du Poitou, les dépôts les plus inférieurs du Lias ne se montrent pas sur les bords anciens du seuil. On ne les trouve ni sur le versant parisien, ni sur le versant girondin ; mais ils existent le long de la bordure méridionale du massif vendéen, aux environs de Mazières-en-Gâtine, mais surtout vers Fontenay-le-Comte.

Dans une grande partie du bassin de l'Aquitaine, le Rhétien est presque exclusivement formé par des grès d'une pauvreté extrême en fossiles.

Aux environs de Brives, le régime surtout gréseux de l'époque carbonifère et du Trias se continue au commencement de l'Infra-Lias. Les premiers sédiments jurassiques, d'une épaisseur variable, sont constitués par des grès variés, quelquefois avec des poudingues à la base et des argiles à la partie supérieure. Ils sont, en général, durs, résistants et rarement colorés. Le quartz est l'élément dominant, le mica est très rare ; parfois les grès passent à des sables.

La stratification de ces sédiments est souvent irrégulière, ce qui indique des courants rapides se faisant sentir le long des côtes (fig. 1).

Fig. 1. — Allure des grès rhétiens dans la carrière de la Folie, près de Thiviers (Dordogne).



S, schistes satinés ; a, grès sableux blancs ; b, grès à gros éléments avec galets de granulite, de schistes satinés, etc. ; c, grès très fins.

Corrèze. — Le Rhétien est remarquablement développé à la Bachelerie et on peut l'étudier dans les tranchées de la gare, où il repose sur des schistes satinés. Il débute par des sables grossiers quartzeux et micacés, avec galets de quartz, de granulite et de schistes satinés, etc., surmontés par des sables blancs micacés, puis par de nouveaux sables bariolés à gros galets constituant un véritable poudingue. D'autres sables blancs réapparaissent ensuite avec des galets de quartz. La deuxième tranchée montre la série supérieure des couches infraliasiques se continuant par des sables argileux avec de petits nodules d'argile verte. L'argile verte a été ici détruite peu

après sa formation. L'ensemble de ces grès sableux a une épaisseur d'environ 30 mètres.

M. Mouret a indiqué les caractères des grès rhétiens dans la région sud, où ils sont plus réguliers dans leur allure.

Dordogne. — Le Rhétien se retrouve dans la vallée de l'Auvezère, à l'est de Saint-Martial Laborie; aux environs d'Excideuil : à l'est vers Preyssac et au nord-ouest vers Clermont, où il forme un îlot de plusieurs kilomètres de long.

Les grès rhétiens affleurent le long de la vallée de l'Isle, au nord de Cognac, et dans le fond du vallon, qui s'étend vers Thiviers. Ils forment un anticlinal s'étendant de Cognac aux Mouroux et ont été exploités comme sables à Monmardy. Dans ce dernier point, où l'on a ouvert de grandes carrières, on peut constater la disposition entrecroisée des lits et à la partie supérieure de la formation la présence d'argiles grises et brunâtres alternant avec des bancs sableux. L'ensemble se termine par des argiles assez consistantes que recouvrent les calcaires hettangiens.

M. Mouret a observé ces couches dans les tranchées du chemin de fer de Thiviers à Saint-Jean-de-Côle. Les grès sont bien représentés à la gare de Saint-Jean. A l'inverse de ceux de Cognac, ils sont très durs et leurs assises inférieures ont une teinte lie de vin. Les couches supérieures blanchâtres contiennent de gros grains de quartz, des cristaux de feldspath, des fragments de roches amphiboliques et de schistes satinés. Certains bancs renferment de nombreuses tiges d'*Equisetum*.

Ces grès se retrouvent avec des caractères semblables à l'est de Millac où ils butent par faille contre le Charmouthien et le Toarcien.

Au nord-ouest de Nontron, les grès rhétiens forment plusieurs îlots sur le granite. Ils apparaissent également sous des argiles grises tertiaires qu'ils semblent border d'un liseré, ayant une faible largeur. J'ai recueilli dans ces grès, assez fortement colorés en brun rougeâtre, quelques fossiles pour la plupart indéterminables. Ce sont : *Pecten dispar*, *Ostrea* sp., *Lima*.

Cette formation s'étend entre la Tuilière et le Bourdeix avec une épaisseur d'environ 15 mètres. On la retrouve entre Pys et Etouars, où elle disparaît en partie sous les argiles tertiaires.

A Boëre, près Teyja, le Rhétien est extrêmement réduit, de même que tous les étages du Lias; il n'a plus que 4 à 5 mètres d'épaisseur. Il est constitué par des grès grossiers avec des argiles sableuses vertes et gris-bleuâtres à la partie moyenne.

Charente. — En se dirigeant vers Montbron, la formation rhétienne reprend une grande importance. Les grès qui constituent une grande partie de la colline qui s'étend de Puybon à Ecossas contiennent de nombreuses tiges d'*Equisetum*. C'est le long de cette arête montagneuse qu'ils sont en contact avec le Bajocien moyen de la plaine d'Orgedeuil. Le vallon de Neuville laisse apparaître les micaschistes sur lesquels repose le Rhétien. Les grès affleurent sur les deux versants des vallées qui descendent d'Ecuras et de Rouzède, où ils reposent tantôt sur le granite, tantôt sur les micaschistes.

Coquand a déjà signalé l'existence de grès feldspathiques à Genouillac et à Cherves et l'intercalation, à divers niveaux, d'argiles bleues sableuses au milieu de ces grès.

Les flancs et le fond de la vallée de la Bonnieure, depuis Genouillac jusqu'à Chatelars, sont constitués par les grès infra-liasiques. Un autre affleurement est visible près du pont Sigoulant, sur la Charente.

L'affleurement le plus septentrional du Rhétien le long du Plateau Central est signalé par Coquand, aux environs d'Alloue. Il est encore constitué par des grès analogues à ceux que l'on observe dans la vallée de la Bonnieure.

Vienne et Deux-Sèvres. — Plus au nord, il n'existe aucun gisement de Rhétien sur le versant parisien du détroit Poitevin.

Les grès de Pressac et ceux de Champagné-Saint-Hilaire, signalés par de Longuemar, appartiennent probablement au Rhétien; ce qui indiquerait l'existence d'un rivage cristallin au milieu du détroit du Poitou pendant l'Infra-lias. A des époques plus récentes, nous verrons dans cette même région la transgression marine se faire d'une façon très nette.

Il faut aller ensuite sur le bord méridional du massif vendéen pour retrouver le Rhétien également sous forme de grès et d'argiles. C'est surtout aux environs de Fontenay-le-Comte (Vendée) qu'il est bien développé, car il atteint 10 mètres de puissance. Sur le versant parisien du massif, on ne retrouve pas l'Infra-Lias: c'est le Toarcien qui repose directement sur les roches cristallines.

En résumé, nous voyons que le Rhétien est constitué dans une grande partie du bassin de l'Aquitaine par des grès souvent grossiers et rarement par des argiles. C'est là un dépôt de rivage indiquant l'apparition des mers jurassiques.

HETTANGIEN ET SINÉMURIEN

Si la mer triasique ne s'était avancée dans le bassin de l'Aquitaine que peu au delà du méridien de Brives, la transgression de la mer rhétienne s'était fait sentir beaucoup plus au nord, jusqu'au bord méridional du massif vendéen. A la fin du Rhétien la mer s'approfondit et aux sédiments grossiers, gréseux ou argilo-sableux succèdent dans tout le bassin de l'Aquitaine des formations calcaires. C'est à peine si, en quelques points, on trouve des dépôts indiquant la proximité immédiate de la terre ferme. Cependant jusqu'à l'époque charmouthienne la faune est encore très pauvre et seules quelques rares espèces, bien représentées néanmoins au point de vue individuel, se montrent au milieu des sédiments. Ce sont exclusivement des Lamellibranches et des Gastropodes. Les Céphalopodes, documents si précieux au point de vue paléontologique, ont à peine laissé des traces. En raison de cette pauvreté en fossiles, on comprend combien il doit être difficile de classer les couches comprises entre le Rhétien et le Charmouthien.

Leur différenciation n'a été faite, par M. A. Fournier, que dans les environs de Niort. Ce géologue distingue, à la base de la formation une série de calcaires dolomitiques, généralement brun noirâtre ou brun chocolat contenant une faunule ayant beaucoup de rapports avec celle décrite par M. Baron dans la Vendée et que celui-ci considère comme appartenant à l'Hettangien.

M. A. Fournier cite comme espèces : *Littorina clathrata*, *Perna* cf. *infraliasica*, *Patella Dunkeri* et *Astarte consobrina*.

Au-dessus de cet horizon, se montrent des calcaires siliceux gris blanchâtre ou gris bleuâtre, appelés *caillebotine* dans le pays, présentant parfois des intercalations de calcaires oolitiques. Ces calcaires renferment à la base : *Arietites Conybeari*, *Cardium truncatum* et une série de *Cardinies* parmi lesquelles : *Card. copides*, *Card. crassiuscula*, *Card. similis* et à la partie supérieure *Ostrea irregularis* et *Spiriferina Walcoti*.

M. Baron cite dans les calcaires oolitiques de la Vendée qui surmontent les calcaires dolomitiques : *Avicula sinemuriensis*.

M. de Longueumar avait également recueilli dans les mêmes calcaires des environs de Sanxay et de Ménigoutte : *Schlotheimia angulata* et une faunule de Gastropodes et de Lamellibranches.

Il résulte de ces différentes observations que l'Hettangien et le

Sinémurien seraient représentés dans les environs de Niort et dans la Vendée.

Près de Saint-Maixent, dans le ravin de l'Hermitain, entre Cherchenay et les Fontenelles, j'ai relevé la coupe suivante qui a beaucoup d'analogie avec celle donnée par M. Fournier :

- A. 3^m Calcaire dolomitique jaune brunâtre, un peu cargneuliforme par places.
- B. 2^m Calcaire compact, gris blanc, à cassure lithographique très dur.
- C. 1^m60 Calcaire oolitique blanc, compact, avec ciment calcaire à Nérinées, etc.
- D. 5^m Calcaire compact gris bleu dans la profondeur, devenant jaunâtre à l'air.

Les couches A appartiennent probablement à l'Hettangien, tandis que B C D paraissent sinémuriennes.

Lorsque l'on quitte le bord occidental du détroit Poitevin et que l'on se dirige vers le bord oriental du même détroit pour examiner les formations calcaires comprises entre le Rhétien et le Charmouthien, on constate la disparition des calcaires siliceux et oolitiques qui représentaient le Sinémurien, dans les environs de Niort. En même temps toute trace de Céphalopodes disparaît et il devient difficile de savoir si le Sinémurien manque le long du Plateau central ou s'il est constitué par la partie supérieure des calcaires dolomitiques située au-dessous du Charmouthien.

L'affleurement le plus septentrional de cette formation calcaréo-dolomitique se trouve à Champagné-Saint-Hilaire et le long de la vallée du Clain entre Moulin-Neuf et Villemonnay. Elle est constituée de la façon suivante :

- A. Calcaire dolomitique miroitant jaune brun.
- B. Calcaire argileux jaune nankin, intercalé entre deux lits de marnes.
- C. Argiles alternant avec des lits calcaréo-marneux feuilletés et des calcaires mouchetés de manganèse.
- D. Calcaire argileux jaune nankin à texture compacte et cloisonnée.

De Longuemar avait recueilli à la base de ces derniers calcaires une petite faune de Gastropodes et de Lamellibranches qu'il rapportait à l'Hettangien et à la base du Sinémurien (zone à *Arietites bisulcatus*), sans donner cependant des caractères paléontologiques bien certains.

Plus à l'est, dans la haute vallée du Clain, entre Verneuil et la Caillotièrre et aux environs de Pressac, cet ensemble est constitué par des calcaires jaune nankin alternant avec des calcaires à oolites également jaunes renfermant des Lamellibranches.

Désormais, vers le sud, le long du Plateau central, on retrouve

ces calcaires jaunes, à teinte plus ou moins claire ou plus ou moins foncée. Ils sont généralement compacts mais s'émiettent souvent en fragments et alternent avec des couches oolitiques jaunes à Lamellibranches.

Ces calcaires se montrent dans la vallée de la Charente, entre le Breuil et Ambernac, où ils forment une partie des deux rives de la vallée. Coquand les signale à Vieux-Ruffec où une faille les fait affleurer. Ils apparaissent également dans la vallée de la Sonnette, au-dessous du village de Panissou et au Ris de la Combe, où ils reposent sur le granite.

Aux environs de Chasseneuil les calcaires dolomitiques sont bien développés le long des vallées de la Bonnieure, du Rivaillon et du Maine Gardon. Ce sont encore des calcaires marneux dolomitiques jaunâtres à fossiles bien conservés en quelques points. J'ai recueilli à la partie moyenne de la formation des Lamellibranches appartenant aux genres *Avicula*, *Pecten*, *Ostrea*.

A la partie supérieure, des couches d'argiles vertes alternent avec les calcaires jaunes dolomitiques.

On retrouve ces calcaires à Montbron, où Coquand les a décrits comme appartenant au Lias moyen ; à Varaignes et à Boëre, près Teyja. C'est dans cette dernière localité qu'ils se montrent le plus réduits ; ils ont à peine 3^m50 d'épaisseur et ne présentent aucun horizon oolitique.

A partir de ce point et en continuant à longer, vers le sud-est, le bord du Plateau central, on constate que l'épaisseur des calcaires va en augmentant. A Nontron ils ont environ 15^m de puissance. On les retrouve beaucoup plus au sud, aux Mouillères, près Millac et le long de la vallée de la Côte au nord de Saint-Jean de Côte.

Les vallons profonds qui entourent Thiviers, rendent leur étude très facile. Le chemin qui descend de la Peyre à Monmardy, près d'Eyzerac, coupe en tranchée toutes les assises constituées par une série de calcaires compacts marneux et dolomitiques alternant avec des calcaires oolitiques jaunes très fossilifères à nombreux Lamellibranches. J'ai compté sept intercalations de calcaires oolitiques n'ayant pas moins de 6^m d'épaisseur, tandis que l'ensemble a 40^m environ de puissance.

Les calcaires dolomitiques butent contre les schistes primitifs le long de la faille qui va de Cognac aux environs de Preyssac. On les retrouve formant, sur une assez grande étendue, les deux berges de la vallée de l'Auvezère, à l'est de Tourtoirac, où le chemin de fer de Nontron à Sarlat les coupe en tranchée.

Aux environs de St-Orse, certains bancs deviennent cagneuliformes, mais ce n'est qu'à partir de la Bachelierie que la complication se fait nettement sentir.

Une coupe faite d'Azerat à Veyre permet d'observer toutes les couches du Lias. Au-dessus des dernières couches sableuses rhétiennes on trouve :

- A. Calcaires dolomitiques pulvérulents, fossilifères par places.
- B. Calcaires gris très marneux, avec intercalation de lits argileux.
- C. Calcaires dolomitiques jaunes alternant avec des calcaires oolitiques et des calcaires lithographiques.
- D. Cagneules très épaisses.
- E. Calcaires dolomitiques comme C.
- F. Calcaires jaune très vif avec grains de quartz.

Les calcaires A et B correspondent aux *couches à argiles vertes* de M. Mouret, couches qui sont formées plus au sud par une alternance d'argiles de couleur variée et de calcaires compacts ou dolomitiques. M. Bleicher a recueilli dans ce système de couches à argiles vertes, bien développées près de Figeac et près de La Capelle Marival (Lot), les fossiles suivants : *Gervilia precursor*, *Anatina precursor*, *Leda Deffneri*, etc., ce qui indique que ces couches correspondent à l'Infra-Lias.

Les calcaires supérieurs C, D, E, F, qui atteignent une grande épaisseur dans le Lot, sont peut-être l'équivalent du Sinémurien.

CHARMOUTHEN

A la fin de la période sinémurienne il y eut, dans tout le bassin de l'Aquitaine, une transgression marine qui se traduit par l'extension des dépôts de rivage. Aux calcaires dolomitiques, oolitiques et aux cagneules de la période précédente succédèrent des sédiments détritiques, des grès, parfois des poudingues, des calcaires gréseux, rarement des calcaires purs ou des argiles. En plusieurs points les grès seuls existent, témoignant de la proximité des côtes. Dans d'autres ils alternent avec des argiles et des calcaires, ce qui dénote un régime variable.

La faune si pauvre des mers infra-liasique et sinémurienne devient subitement très riche et les rivages se couvrent de nombreux Lamellibranches et surtout dans la région sud (Lot, Aveyron et Tarn-et-Garonne) de Céphalopodes. Un grand nombre de formes côtières sont associées aux coquilles flottantes d'Ammonites qui venaient s'échouer sur le littoral. C'est la *première fois* que dans le bassin de l'Aquitaine on rencontre des espèces franchement carac-

téristiques des zones sédimentaires. Avec l'invasion de la mer a donc lieu le développement et l'épanouissement de la faune. Celle-ci prendra un essor encore plus considérable dans les mers plus récentes. Le seuil du Poitou va en effet s'ouvrir et la libre communication des mers de l'Aquitaine et du bassin de Paris se fera par ce détroit jusqu'à la fin de la période jurassique, permettant aux courants de disséminer les espèces d'un bassin dans l'autre.

Le long du Plateau Central, l'épaisseur du Charmouthien est assez réduite et il est difficile d'établir des subdivisions par suite de l'absence presque complète de Céphalopodes. Mais vers le sud, depuis Brives jusque dans le Lot et le Tarn-et-Garonne, la puissance des couches va en augmentant. En outre, les Céphalopodes se montrent en nombre suffisant pour qu'on puisse retrouver les zones habituelles de l'étage.

Lot et Corrèze. — Dans les départements du Lot et de la Corrèze, M. Mouret a pu établir les niveaux paléontologiques du Charmouthien, dont la puissance à Saint-Céré atteint 60 mètres.

Voici la composition qu'en donne cet auteur :

- A. Calcaire à *Am. normanianus*;
- B. Argiles grises à *Am. sinuosus*; avec, à la base, zone à *Am. Jamesoni*.
- C. Marnes gréseuses et schisteuses à *Am. margaritatus* et *Gryphæa cymbium*.
- D. Calcaire gréseux à *Am. spinatus*.

Ces différentes zones correspondent aux zones classiques; la première pouvant se paralléliser avec la zone à *Deroceras armatum*, la seconde avec les zones à *Phylloceras ibex* et *Deroceras Davœi*.

A mesure que l'on remonte vers le nord, la présence du Charmouthien diminue. A Turennes (fig. 2), au sud de Brives, l'étage n'a plus que 30 mètres d'épaisseur et les Céphalopodes sont déjà rares. A partir de ce point, les argiles se réduisent beaucoup, et à Terrasson elles sont à peine représentées.

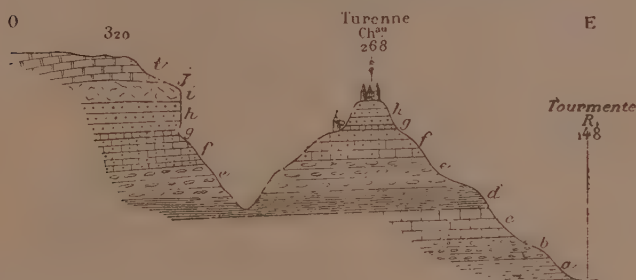
La coupe suivante, que j'ai relevée dans les environs de cette dernière localité, montre d'ailleurs le changement considérable qui s'est produit. Au dessus des calcaires dolomitiques sinémuriens, on trouve la série suivante :

- A. Calcaire lithographique gris-bleu alternant avec des marnes feuilletées à *Ostrea sportella* et *Pecten priscus*, etc.
- B. Calcaire compact violacé (lumachelles par places), à *Am. margaritatus* et *Gryphæa cymbium*, etc.
- C. Calcaire gréseux gris-bleu dans la profondeur, rougeâtre à la surface, à *Rhynch. tetraedra*, *Ter. punctata*, *Zeil. cor.*, *Pecten priscus*, etc.

L'ensemble atteint environ 15 mètres.

Après Terrasson, le Charmouthien passe à un calcaire gréseux gris-bleu qui va se retrouver avec une grande uniformité le long de la bordure cristalline du Plateau Central, dans les départements de la Dordogne et de la Charente et avec un maximum de 12 mètres d'épaisseur.

Fig. 2. — Coupe des environs de Turenne (Lot).



a, calcaire lithographique alternant avec des marnes feuilletées à *Ostrea sportella*; b, calcaire compact à *Amatheus margaritatus*; c, calcaire gréseux gris bleu à *Amatheus spinatus*; d, argile gris noirâtre à *Harpoceras Levisoni*; e, argiles avec ovoïdes calcaires à *Harpoceras bifrons*; f, argiles sableuses alternant avec des bancs calcaires à *Harpoceras fallaciosum* et *Grammoceras aalense*; g, calcaire gris bleu à *Ludwigia concava*; h, calcaire oolitique; i, calcaire dolomitique; j, calcaire à oolites irrégulières à Nérinées (Bajocien supérieur).

Les Céphalopodes se réduisent à l'*Amatheus margaritatus*; il est difficile de savoir si les autres zones de l'étage sont représentées. La *Gryphaea cymbium* ne se montre plus également que dans le détroit du Poitou. Il est curieux d'observer qu'une forme aussi répandue dans le sud et le nord du bassin n'ait pas laissé de représentants vers l'est.

Dordogne. — Sauf aux environs de Thiviers et de Millac, je ne pense pas que le Charmouthien ait été signalé sur la feuille de Périgueux. J'ai pu cependant le suivre depuis St-Orse jusqu'à Nontron, partout où affleurent les autres étages liasiques.

Dans la vallée du Blême, le Charmouthien contribue à former avec les autres étages liasiques un petit anticlinal qui s'étend de Granges-d'Ans à St-Orse. Il est surtout formé par des grès calcari-fères gris-bleuâtres devenant ochracés suivant les lignes d'affleurement et renfermant de nombreux grains de quartz. Les fossiles sont très abondants, surtout les Bélemnites.

Le Charmouthien conserve jusqu'à Thiviers les caractères que nous venons d'indiquer. Il se montre tel sur les deux rives de l'Auvezère où il est en saillie et sert de soubassement aux argiles toarciennes. Le dernier affleurement de cet étage, vers l'ouest, est à Tourtoirac.

Depuis Excideuil, la Roche, jusqu'à Saint-Germain-des-Prés, on trouve le Charmouthien dans la plupart des vallées qui confluent dans celles de l'Isle et de la Loue. Les tranchées du chemin de fer de la Courtade et de la Gravetie mettent à nu les différentes assises de l'étage dont la constitution est la suivante :

- A. 0=20 Argiles jaune brunâtre avec nodules ferrugineux ;
- B. 3^m Grès gris-roux provenant de la décalcification de grès calcaires gris bleuâtre. Pas de fossiles.
- C. 4^m Calcaires gréseux gris bleuâtres très durs, avec banc fossilifère à la partie supérieure, contenant : *Bel. niger*, *Bel. paxillosus*, *Ter. punctata*, *Zeil. cornuta*, *Pecten acuticostatus*, *Pecten priscus*, etc...

Le Charmouthien offre une remarquable extension dans les environs de Thiviers, où il forme un îlot de plusieurs kilomètres carrés. Il constitue également, à un niveau assez élevé, un liseré très net le long des coteaux qui couronnent Nanthiat et Eyzerac. Près de Bel-Air et dans la première tranchée de la route en lacet qui va à Nanthiat, on observe au-dessus des dernières couches du calcaire dolomitique la succession suivante :

- A. 0=10 Sables et galets de calcaire nankin, reposant sur les couches inférieures *ravinées*.
- B. 3=50 } Calcaire dolomitique gréseux jaunâtre.
- C. 3=50 } Grès calcarifère un peu dolomitique.
- D. 9=10 Calcaire gris bleuâtre compact, avec fossiles habituels.

Localement toutes les couches charmouthiennes sont fortement métamorphisées dans les tranchées du chemin de fer des lignes de Nontron et de Limoges. Il y a eu décalcification, puis silicification des sédiments charmouthiens et formation d'une roche exclusivement siliceuse. Les fossiles eux-mêmes sont devenus siliceux.

Le Charmouthien redevient normal à St-Jean-de-Côle et aux Mouillères, près de Millac.

A Nontron, le Charmouthien a été étudié par Delanoue en 1837, mais la coupe qu'a donnée cet auteur est inexacte. Tous les sédiments gréseux qu'il signale appartiennent au Charmouthien ; quant aux argiles qui couronnent le coteau des Fourneaux, elles sont tertiaires et non toarciennes.

A Boëre, près Teyja, l'étage a subi une diminution considérable d'épaisseur, car il n'a plus que trois mètres. C'est l'un des points du bassin de l'Aquitaine où il est le plus réduit. En outre, il présente des particularités intéressantes au point de vue pétrographique.

Il débute par un banc de grès surmonté par des calcaires dolomitiques pulvérulents, gris bleuâtres dans la profondeur et devenant blanc jaunâtres à la surface. Les assises supérieures sont constituées par un calcaire dolomitique pulvérulent avec de nombreuses géodes de calcite.

Ces calcaires dolomitiques me paraissent formés par suite de modifications chimiques postérieures. Il faut mentionner également la ressemblance extrême de ces calcaires avec ceux du Bajocien inférieur de la même région. Le même fait peut se constater au pont de Soudat, près Varaignes. Ce sont là les derniers affleurements du Charmouthien, dans le département de la Dordogne.

Charente. — Dans le sud du département de la Charente, Coquand a signalé le Charmouthien aux environs de Montbron, mais il a complètement méconnu ses caractères. Il a considéré comme appartenant au Lias moyen les calcaires dolomitiques hettangien; il n'a pas vu un seul affleurement de l'étage qu'il croyait décrire. La coupe du pont de Menet qu'il a donnée est incomplète, car il manque non seulement tout le Charmouthien, mais aussi une partie du Toarcien.

Ce qui a trompé Coquand, c'est que les étages moyen et supérieur du Lias ne sont pas visibles sur la route de Menet. Pour les étudier, il faut suivre la falaise de la rive gauche de la Tardoire, en amont ou en aval du pont de Menet. Mais les caractères du Charmouthien sont surtout très nets au Pery, où j'ai relevé la succession suivante :

- A. Calcaires jaune brunâtres avec grains de quartz.
- B. Grès fins.
- C. Grès micacés dolomitiques, jaunâtres, avec *Bel. niger*, *Pecten acuticostatus*, *Ter. punctata*, etc.
- D. Calcaire dolomitique jaunâtre avec géodes d'aragonite.

L'ensemble a environ 6^m d'épaisseur et l'on peut remarquer que la dolomie existe encore dans les assises supérieures.

Une modification intéressante de l'étage, modification analogue à celle que nous avons observée à Thiviers, existe près d'Orgedeuil. C'est, sur certains points, la décalcification des couches siliceuses charmouthiennes amenant la formation d'une roche poreuse très légère, renfermant les fossiles habituels; sur d'autres points où la

silicification a été plus complète, on a eu formation d'une roche dure et très lourde.

Le Charmouthien augmente d'épaisseur plus au nord, ainsi qu'on peut le constater à Lithrac, où il est de nouveau constitué par des calcaires gréseux gris-bleuâtres.

C'est aux environs de Chasseneuil, dans les vallées du Maine-Gardon et du Rivaillon, que nous allons voir se produire une modification importante dans la composition du Charmouthien, je veux parler de l'apparition des *silex* dans les assises supérieures de l'étage, qui deviennent en même temps plus épaisses et plus fossilifères. Désormais, nous trouverons ce faciès des *calcaires à silex* dans tout le nord du bassin de l'Aquitaine, et le long du massif paléozoïque vendéen.

Le Charmouthien est facile à étudier près du pont de Suaux et à Maison-Neuve, en amont de Vitrac. Dans ce dernier point, on observe la série suivante :

- A. 0^m60 Argiles verdâtres sans fossiles.
- B. 2^m50 Alternance de bancs de calcaires gréseux gris-bleu et de lits marno-sableux micacés avec *Bel. niger*, *Pecten acuticostatus*, etc.
- C. 3^m50 Calcaire gris-bleu un peu gréseux à silex noirâtres alternant avec des lits argileux à *Amaltheus margaritatus*, etc.

Dans la partie nord de la feuille de Rochechouart, et dans tout le détroit du Poitou, l'allure des couches est différente de celle que nous avons observée. Si jusqu'ici, en effet, elles ont eu, en général, un plongement sud-ouest uniforme, elles forment, plus au nord, des anticlinaux et des synclinaux qui font reparaître plusieurs fois le même étage à d'assez grandes distances de l'ancien rivage.

A St-Claud et dans la vallée de l'Argenton, le Charmouthien se montre avec une constitution analogue à celle que nous avons observée à Vitrac.

Vallée de la Charente. — Depuis Chantrezac jusqu'à Asnois, la Charente coule dans une vallée dont le fond est constitué par le Charmouthien sur un tiers environ de son parcours ; depuis Chantrezac jusqu'au pont de Cluzeau, depuis le moulin de la Roche jusqu'à Masmayoux et depuis Chatain jusqu'à Asnois. Cet étage forme entre les deux points extrêmes le sommet de deux anticlinaux dont l'un, celui d'Alloue, a sa voûte rompue par une faille mettant en contact le Charmouthien et le Bajocien. Les assises sédimentaires ne plongent donc pas régulièrement, comme l'indique M. Welsch.

Dans toute la vallée, la composition du Charmouthien varie peu. Ce sont des calcaires un peu gréseux gris bleuâtres, alternant avec des lits argileux, qui les constituent. A la partie supérieure, les silex continuent à se montrer. A Alloue même, près du cimetière, les assises calcaréo-gréseuses affleurent sur le bord de la route et sont très fossilifères.

Aux environs d'Alloue, le Charmouthien et peut-être aussi une partie du Sinémurien sont méconnaissables. Au Pavillon, aux Mines, à la Boissière, on peut voir les calcaires transformés secondairement en une roche dure, compacte, noirâtre, siliceuse. On comprendrait difficilement le changement qui s'est opéré si, par places, des témoins de calcaire gris bleu Charmouthien ne se montraient pas intacts au milieu de la roche.

Comme à Thiviers et à Montbron, il y a eu ici encore une décalcification et une silicification intenses, tandis que des émanations sulfurées avaient formé des filons de galène et de blende.

Au nord de Chatain et jusqu'à Asnois, le Lias moyen affleure d'une façon presque ininterrompue tantôt sur la rive droite, tantôt sur la rive gauche de la Charente. Il est surtout bien visible au moulin d'Asnois, à la Beuvrie et près du moulin de la Vergne.

Vienne. — *Vallée du Clain.* — En suivant la vallée du Clain, depuis le bord du Plateau Central jusqu'à Vivonne, et la vallée de la Vonne, depuis Vivonne jusqu'à Ménigoutte, sur le bord du massif vendéen, on peut voir les modifications subies par le Charmouthien entre les deux massifs de l'ancienne chaîne hercynienne, car cet étage apparaît fréquemment grâce aux ondulations des couches de la région.

Dans la haute vallée du Clain, depuis Pressac jusqu'à Verneuil, le Charmouthien se montre sur les deux flancs d'un synclinal dont l'axe passe par Commersas, mais il vient buter contre le Bajocien à 1 kilomètre au nord de Verneuil.

Les assises du Lias moyen, dans cette partie de la vallée, sont constituées par des calcaires gréseux gris-bleuâtres qui affleurent à Verneuil et qui alternent avec des lits argileux. Une deuxième faille de direction N.-S. remet en contact le Charmouthien et le Bajocien à la Valette, près de St-Martin, et les couches plongent vers le N.-E. jusque près de Jossé.

Ce sont encore des calcaires gréseux, avec silex à la partie supérieure, qui les constituent, mais la dolomie commence à se montrer dans ces calcaires. La faune très riche comprend à la base : *Amalth.*

margaritatus, *Bel. niger*, *Pecten priscus*, *Ostrea Sportella*, *Spiriferina*, *Walcoti*, *Ter. punctata*, *Zeill. Cornuta*, etc., et à la partie supérieure : *Amalth. spinatus*.

Il y a donc dans la vallée du Clain deux niveaux caractérisés par des Céphalopodes.

M. Rolland, qui a étudié le Charmouthien sur la feuille de Poitiers, le signale comme constitué par des calcaires gréseux rosés dolomitiques à *Amaltheus margaritatus* et *Amaltheus spinatus*; en réalité l'étage est plus complet, car il est ainsi constitué :

- A. 5^m Calcaire gris-bleuâtre en bancs assez épais alternant avec des lits marneux. Fossiles nombreux : *Amalth. margaritatus*, etc.
- B. 5^m Calcaire rosé, dolomitique, saccharoïde, alternant avec des bancs de marnes sableuses à *Am. margaritatus* à la base et *Amalth. spinatus*, à la partie supérieure.

Le premier horizon est surtout visible à Villemonnoy, le second à Congerie, près de Champagné-St-Hilaire, où il est exploité.

A Ligugé, sur la rive droite du Clain où l'on observe l'affleurement le plus septentrional du Charmouthien, la composition de cet étage a beaucoup d'analogies avec celle que nous venons de signaler à Champagné.

Dans la vallée de la Vonne, le Charmouthien affleure au dessous de la Poupardière, près de Luzignan, mais c'est entre Sanxay et Ménigoutte, où M. de Longuemar a fait connaître ses principaux caractères, qu'on peut surtout l'étudier. Il a une faible épaisseur et il est surtout formé par des calcaires gréseux gris-bleu, devenant à l'air de couleur brun-chocolat. Des silex se montrent dans les assises supérieures.

Deux-Sèvres. — Vers St-Maixent le faciès gréseux prédomine, et l'étage atteint surtout une grande puissance (18^m) aux environs de Niort. Les grès siliceux un peu calcaires qui le constituent sont désignés sous le nom de « pierre rousse » et renferment des rognons de silex alignés. On y a recueilli : *Ægoceras planicosta*, *Deroeras Davei* et d'assez nombreux *Pecten*. J'y ai trouvé également *Amaltheus margaritatus* et l'*Amaltheus spinatus*.

A Melle, le Charmouthien est presque exclusivement gréseux ; j'y ai trouvé quelques fossiles mais pas de silex.

Le long du bord méridional du massif vendéen, vers Fontenay-le-Comte, le faciès gréseux à silex existe encore, mais il tend à se transformer, plus à l'ouest, en un faciès argilo-calcaire.

En résumé, nous voyons que l'on peut établir plusieurs faciès dans le Charmouthien du bassin de l'Aquitaine. Ce sont :

1° Le faciès *argilo-calcaire* à Céphalopodes, qui s'étend dans les départements du Lot, de l'Aveyron et du Tarn-et-Garonne.

2° Le faciès *calcaréo-gréseux* à Lamellibranches, dont l'extension le long du Plateau Central a lieu, depuis Terrasson (Corrèze) jusqu'à Chasseneuil (Charente).

3° Le faciès *calcaréo-gréseux avec silex* qui caractérise le Charmouthien dans tout le détroit Poitevin.

TOARCIEN

Avec l'apparition des vases toarciennes s'affirme une plus grande profondeur de la mer. En même temps la transgression marine s'accroît, et l'ouverture du détroit du Poitou permet le libre passage des eaux entre le bassin parisien et le bassin aquitain. Actuellement, les bords du seuil laissent voir partout les dépôts toarciens s'étendre assez loin sur les roches cristallines.

Le Toarcien présente une assez grande uniformité dans toute l'étendue du bassin ; c'est l'étage des argiles par excellence ; parfois cependant des calcaires s'intercalent au milieu d'elles. C'est également l'étage dans lequel abondent les Céphalopodes.

Lot et Corrèze. — De même que nous avons vu la mer Charmouthienne déposer une assez grande épaisseur de sédiments au sud de Brives, de même la mer toarcienne, dans des conditions d'approfondissement du bassin à peu près analogues, d'abondantes formations littorales.

Au sud de Brives, le Toarcien forme, principalement sur la rive droite, une partie des hauteurs bordant la vallée de la Tourmente. On peut relever la coupe suivante à Turenne.

- A. Argiles gris-noirâtres résistantes comprenant les zones à *Harp. Levisoni* et à *Cæl. Hollandrei*.
- B. Argiles avec ovoïdes calcaires à *Harp. bifrons*, *Rhynch. tetraedra*, etc.
- C. Argiles sableuses noirâtres avec quelques bancs calcaires de 0^m10 à 0^m20 d'épaisseur à *Harp. fallaciosum*, *Gram. aalense*. Un niveau argileux est intercalé avec de nombreuses *Gryphæa Beaumonti*.

L'ensemble de cette formation atteint 40 mètres environ.

M. Mouret s'est basé sur la présence de la *Gryphæa Beaumonti* et du *Pecten pumilus* pour établir les niveaux du Lias supérieur et du Bajocien inférieur. Or, la *Gryphæa Beaumonti* monte jusque dans le

Bajocien, de même le *Pecten pumilus* descend jusque dans le Lias supérieur, où il pullule dans certaines localités. Le Toarcien se termine à la partie supérieure des dernières argiles sableuses à *Grammoceras aalense* et le Bajocien inférieur commence à la partie inférieure des calcaires gris bleu à *Lioceras concavum*.

Le Toarcien affleure sur une assez grande étendue, aux environs de Terrasson, mais il n'a plus qu'une quinzaine de mètres d'épaisseur. Les ovoïdes calcaires et une partie des calcaires de la zone supérieure ont disparu. L'étage n'est plus représenté que par des argiles et des marnes terreuses feuilletées à la partie supérieure.

Dordogne. — A la Bachellerie, les argiles seules persistent. Plus au nord, dans la vallée du Blême, vers St-Orse, Royère, Laborie et Chourgnac, le Toarcien exclusivement argileux étant très peu fossilifère, il devient difficile de distinguer les zones de l'étage. Il en est de même, dans la vallée de l'Auvezère, près de Tourtoirac.

Aux environs d'Excideuil, dans la tranchée du chemin de fer de La Courtade, on observe la succession suivante :

- A. Calcaires marneux gris bleuâtres avec fossiles phosphatés à *Cœl. Hollandrei* et *Harp. bifrons*.
- B. Argiles gris bleuâtres ou noirâtres.
- C. Argiles noirâtres fortement pyriteuses s'effleurissant à l'air, à *Gram. aalense* et *Gryphaea Beaumonti*.

Ce dernier niveau est bien visible à l'ouest de la ville d'Excideuil, sur la route de St-Germain.

Aux environs de Thiviers, le Toarcien s'étend sur toutes les hauteurs : à l'est vers Penasson, au sud vers le Claud, Nouzet, etc.; vers l'ouest il forme le flanc nord de la vallée qui débouche dans la Côte à St-Jean, puis en face de St-Romain, une faille N.-S. l'abaisse brusquement dans le fond de la vallée.

Dans toute cette partie de territoire, il présente une constitution identique. Au-dessous de Bel-Air, j'ai observé, reposant sur les calcaires charmouthiens :

- A. 0^m15 Calcaire marneux jaune brunâtre à fossiles phosphatés à *Cœl. Hollandrei*.
- B. 1^m20 Calcaire dolomitique avec grains de quartz à *Harp. bifrons*, *Harp. Levisoni*.
- C. 5 à 6^m { Argiles grises feuilletées sans fossiles.
- D. { Niveau supérieur à *Gram. aalense*.

A St-Jean-de-Côle et sur la rive droite de la Côte, les assises toarciennes plongent vers le S.-O., mais seuls les niveaux supé-

rieurs de l'étage sont bien visibles sur la route de Neuville, où la falaise calcaire bajocienne surplombe les dernières couches toarcienues à *Ostrea Beaumonti*.

A l'est de Millac et au nord de St Pardoux-la-Rivière, le Toarcien supérieur devient dolomitique et présente un faciès analogue à celui du Bajocien inférieur.

Le Lias supérieur affleure, aux environs de Nontron, sur plusieurs points de la vallée du Bandiat. Il est surtout visible au moulin des Roches et au moulin de Ribeyrolles. Sa composition offre beaucoup d'analogie avec celle que nous avons signalée à Thiviers. Son épaisseur, qui est de 7 à 8 mètres, atteint son minimum (0^m33) à Boëre, près Teyja, où nous avons vu les autres étages liasiques très réduits. Sa composition est la suivante :

- A. 0^m30 Argiles brunâtres ferrugineuses avec grains de quartz et nodules ferrugineux avec *Cæl. Hollandrei*, *Cæl. annulatum*, etc.
- B. 0^m40 Argiles bleuâtres.
- C. 0^m15 Argiles micacées à *Gram. aalense*.

A Varaignes, où j'ai déjà dit que le Toarcien affleurait par suite de l'existence d'une faille, il redevient relativement épais (10^m) et les argiles grises reparaissent. La zone supérieure est constituée par des argiles micacées à fossiles phosphatés.

Charente. — Coquand ne fait qu'indiquer brièvement l'existence du Toarcien à Montbron, cependant il affleure sur la rive gauche de la Tardoire. Il suit également à une certaine hauteur toutes les sinuosités des vallées qui montent vers Rouzède et Ecuras.

Une partie du soubassement sur lequel repose la ville de Montbron est constitué par le Toarcien dont les couches inférieures ont leurs fossiles phosphatés. On y recueille : *Carloceras Hollandrei*, *Carloceras Raquinianus*, *Harpoceras Levisoni*, etc. Le reste de l'étage est formé par des argiles grises.

On retrouve le Toarcien dans la plupart des vallées qui descendent du Plateau Central et s'échelonnent depuis Montbron jusqu'à Chassèneuil.

A partir de la vallée du Maine-Gardon, le Toarcien inférieur offre un faciès qui est d'une constance remarquable dans le nord du bassin de l'Aquitaine. Il se présente, en effet, sous forme d'un calcaire marneux avec oolites ferrugineuses.

Dans la vallée du Rivaillon et dans les tranchées de Suaux, on relève la coupe suivante :

- A. Calcaire marneux à oolites ferrugineuses avec *Cæl. Hollandrei*, *Harp. Levisoni*.
- B. Calcaire compact gris-bleu alternant avec des argiles grises. Faune très riche. *Harp. fallaciosum*, *Bel. tripartitus*, *Bel. niger*, *Pecten textorius*, *Harpax Parkinsoni*, *Rhynch. cynocephala*, *Ter. Lycetti*, etc.
- C. Marnes gris-bleu feuilletées avec nombreuses *Gram. aalense* et *Rhynch. cynocephala*.

On voit, d'après cette coupe, que les argiles à *Harpoceras fallaciosum* sont ici remplacées par une alternance de calcaire gris-bleu et d'argiles.

La composition du Toarcien varie assez peu au sud de la feuille de Confolens, où l'on retrouve encore une alternance de calcaires et d'argiles grises à Vieux-Ruffec, à Nanteuil, près de Champagne-Mouton, représentant le Toarcien moyen.

Coquand signale la plupart des affleurements de cet étage dans cette région, mais commet de nombreuses erreurs paléontologiques.

Vallée de la Charente. — Nous avons vu, à propos des autres étages liasiques, quelle était l'allure des couches dans la vallée de la Charente depuis Chantrezac jusqu'à Asnois. Le Toarcien peut s'observer sur de nombreux points de la vallée.

Les niveaux inférieurs de l'étage apparaissent près du pont d'Ambernac (rive droite), au-dessous du village de Guilloix. Ils comprennent des calcaires marneux gris-noirâtres, terreux, se débitant en feuillets et renfermant d'assez nombreuses oolites ferrugineuses. C'est le niveau à *Cæloceras Hollandrei* et *Harpoceras Levisoni* que j'ai déjà indiqué dans la vallée de la Bonnière. Mais ici *Harpoceras falciferum* devient très abondante.

Le même niveau est visible à Rioumort. L'épaisseur du Toarcien inférieur atteint 0^m50 environ.

Les calcaires gris-bleu et les argiles grises qui constituent la partie moyenne du Toarcien à Vitrac, sont ici remplacés par des marnes et des argiles. Ces marnes sont bien visibles le long des prairies qui s'étendent depuis le pont de Cluseau jusqu'à Ambernac, où elles donnent un niveau aquifère. Elles sont gris-bleuâtres micacées et deviennent gris-cendrées à la surface. Les fossiles qu'elles contiennent sont peu abondants. Néanmoins, j'y ai recueilli quelques exemplaires d'*Harpoceras fallaciosum*.

On retrouve la même série de marnes à Chatain, à Rioumort et au moulin de l'Asnière, où la route les coupe en tranchée. De nombreuses *Gryphæa Beaumonti* pullulent dans les bancs supérieurs.

Le Toarcien supérieur est très bien représenté au Mailloux,

près de Chatin. Il est constitué par une alternance d'argiles et de petits bancs calcaires renfermant des fossiles dont le test est conservé, *Grammoceras aalense* en particulier est très abondante.

Vienne. — *Vallée du Clain.* — Le Toarcien de la vallée du Clain, ainsi que celui de la Vienne, a été étudié par MM. de Longuemar, Douvillé, Rolland et Welsch. Ce dernier auteur a indiqué nettement les caractères de cet étage au nord de la feuille de Confolens. La composition qu'il en donne est presque identique avec celle que j'ai observée dans la vallée de la Charente.

Il en est de même pour le Toarcien du Clain des environs de Sommières, Champagne-Mouton, Itueil et Ligugé. En un mot, il règne, comme nous l'avons déjà dit, une certaine uniformité dans la constitution du Toarcien du détroit Poitevin.

La zone à oolites ferrugineuses avec *Harpoceras Levisoni* qui continue à être très constante n'a pas été distinguée et la différenciation du Toarcien moyen et supérieur n'a pas été faite.

Vallées de la Vienne et de la Gartempe. — Dans ces deux vallées, le Toarcien repose en grande partie sur les roches cristallines du Plateau-Central, ce qui indique la transgression des mers de l'époque. Il en est de même le long du massif vendéen (versant parisien). Le Lias supérieur offre une assez grande analogie dans ces vallées. Comme vers l'ouest les trois zones sont bien nettes et c'est la zone à *Harpoceras fallaciosum* formée de calcaires marneux à Goix et au Rollier et surtout d'argiles à Saulgé qui est la plus développée.

L'analogie des dépôts du Toarcien se poursuit sur le bord occidental du détroit Poitevin, ainsi que cela résulte des travaux de nombreux géologues.

Dans la vallée de la Vonne, près de Luzignan et entre Sanxay et Menigoutte, on observe la succession suivante :

- A. Calcaires marneux gris-bleu parsemé d'oolites ferrugineuses à *Harp. Levisoni*, *Harp. bifrons*.
- B. Marnes grises alternant avec des bancs de calcaires marneux avec nombreuses ammonites ferrugineuses. *Harp. fallaciosum*, *Bel. tripartitus*, *Bel. irregularis*.
- C. Marnes et calcaires marneux à *Gram. aalense*, *Pecten purmilus*, *Ostrea Beaumonti*, *Rhynch. cynocephala*.

Les mêmes niveaux peuvent s'étudier à St-Maixent et aux environs de Niort, à St^e-Pezenne. On les suit sur la lisière méridionale

du massif ancien vendéen, vers Fontenay-le-Comte et dans la plaine de Luçon, où ils présentent les mêmes caractères.

En résumé, nous pouvons dire que le Toarcien est constitué dans le bassin de l'Aquitaine par des sédiments où l'argile est prédominante. Dans presque tout le nord du bassin la zone inférieure à *Harpoceras Levisoni* se charge d'oolithes ferrugineuses, ce qui la fait distinguer au premier coup d'œil. L'étage se termine partout par la zone à *Grammoceras aalense*. Je n'ai pas trouvé *Harpoceras opalinum*.

JURASSIQUE MOYEN

Tandis qu'une certaine uniformité règne dans la constitution des assises liasiques du bassin de l'Aquitaine, il existe de très notables différences dans la composition du Bajocien et du Bathonien. Les faciès s'y montrent nombreux et la faune non moins variable. Ce sont, vers Niort, des calcaires et des marnes à Céphalopodes qui passent vers l'est (Poitiers, Montmorillon) à des calcaires oolithiques et suboolithiques, souvent dolomitiques. Vers le sud (Thiviers) on a à la base des calcaires oolithiques à Nérinées où le faciès de charriage, avec polypiers, apparaît en maints endroits, tandis qu'à la partie supérieure de la formation on observe une série de calcaires lithographiques ou sublithographiques avec intercalation de marnes renfermant une faune saumâtre.

Au point de vue paléontologique, on a successivement des *faciès à Céphalopodes*, des *faciès à Nérinées et à Brachiopodes*, des *faciès à Lamellibranches*.

En raison même de la complication et de l'enchevêtrement de ces divers faciès, l'étude du Jurassique moyen présente une assez grande difficulté, aussi ne doit-on pas s'étonner que les travaux qui ont été faits dans certaines parties de la région que j'étudie soient peu nombreux et surtout peu précis.

Dans les départements du Lot et de la Dordogne, les documents paléontologiques manquent presque entièrement.

Coquand, dans sa monographie de la Charente, a fait faire un assez grand progrès à la géologie de ce département. Il faut bien dire cependant que la carte qu'il en a dressée est loin d'être exacte et ne correspond pas toujours au texte de son ouvrage.

Dans le département de la Vienne, de Longuemar, doué d'un grand talent d'observation, a mis en lumière les principaux caractères des terrains jurassiques de ce département.

Plusieurs géologues contemporains, MM. de Grossouvre, Douvillé, Rolland, Toucas, Welsch, A. Fournier, etc., ont fourni des documents très importants sur les dépôts du détroit Poitevin.

BAJOCIEN

Le Bajocien du bassin de l'Aquitaine présente les subdivisions qui ont été observées en Angleterre, en Normandie, etc. Cependant je n'ai pas trouvé les Ammonites de la zone à *Ludwigia Murchisonæ*, de même ceux de la zone à *Harpoceras opalinum* m'ont paru manquer. Néanmoins, comme il existe une certaine épaisseur de sédiments entre les couches de la zone à *Grammoceras aalense* et la première zone fossilifère bajocienne; qu'en outre je n'ai constaté nulle part des traces d'émersion, les dépôts étant continus, il est fort probable que lithologiquement ces deux zones sont représentées dans le détroit du Poitou. En de rares points, on a recueilli quelques exemplaires de *Ludwigia Murchisonæ*.

Dans toute la région que j'ai parcourue, depuis Niort, Poitiers et Montmorillon, au nord, jusqu'à Turenne, dans le Lot, j'ai observé que le Bajocien fossilifère reposait sur le Toarcien, par l'intermédiaire de la zone à *Ludwigia concava*. J'ai indiqué, le premier, l'existence de cette zone qui n'avait pas été reconnue ou qui avait été confondue avec la zone à *Ludwigia Murchisonæ*. Cette zone présentant une extension très grande, je l'étudierai à part. Quant aux autres zones fossilifères du Bajocien, elles existent là où se montrent les Céphalopodes.

Dans l'impossibilité où l'on est de pouvoir paralléliser d'une façon rigoureuse ces différentes zones avec celles des couches oolithiques et marno-lithographiques du sud de la région considérée, j'étudierai le Bajocien moyen et supérieur dans leur ensemble.

ZONE A LUDWIGIA CONCAVA

Au moment où la mer bajocienne dépose ses premiers sédiments dans le bassin de l'Aquitaine, les conditions dans lesquelles s'effectuent ces dépôts sont à peu près les mêmes que celles qui existaient pendant le Toarcien. L'argile a cependant fait place, en partie, à l'élément calcaire.

Les premiers dépôts bajociens sont des calcaires ou des calcaires marneux, de couleur gris-bleu. Plus tard, une différenciation considérable se produit dans la sédimentation et les zones à Cépha-

lopodes ne dépassent plus, vers le sud, la latitude de La Rochefoucauld (Charente).

La zone à *Ludwigia concava* que Buchman a signalée le premier en Angleterre, et qu'il croyait n'exister qu'exceptionnellement dans le reste de l'Europe, a été trouvée, au contraire, en de nombreux points; M. Munier-Chalmas l'a signalée en Normandie, M. Haug l'a retrouvée dans les Alpes, M. Girardot dans le Jura, M. Thirier dans le golfe du Luxembourg. M. Larrazet l'a fait connaître dans le nord de l'Espagne (province de Burgos). J'ai observé également son existence dans le bassin de l'Aquitaine. Au sud du bassin, vers Villefranche (Aveyron), M. Thévenin m'a dit l'avoir reconnue. Cette zone est très fossilifère. C'est généralement *Ludwigia concava* qui prédomine; mais il existe aussi d'autres formes très voisines, figurées dans l'ouvrage de M. Buchman.

Lot et Corrèze. — L'affleurement le plus méridional que j'ai observé de la zone à *Ludwigia concava* se trouve aux environs de Turenne, à la limite des départements du Lot et de la Corrèze. Cette zone est constituée par des calcaires gris-bleu alternant avec des lits marno-sableux, qui forment la base des falaises calcaires de la rive droite de la vallée de la Tourmente. Elle se poursuit vers St-Denis, au sud, et on la retrouve dans les environs de Terrasson et de la Bachellerie au N.-O.

Dordogne. — Depuis la Bachellerie jusqu'aux environs d'Excideuil, le Bajocien débute par des calcaires rosés à oolites brunes, mais devenus dolomitiques secondairement. A Excideuil, ces calcaires qui sont gris-bleu dans la profondeur et jaunâtres à l'air, sont remplis également d'oolites.

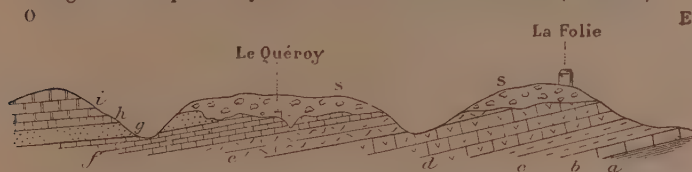
Les mêmes calcaires qui ont été exploités à Cognac contiennent d'assez nombreux moules de fossiles, parmi lesquels j'ai pu reconnaître: *Ludwigia concava*. De Thiviers à Nontron, la modification des couches est devenue considérable; les fossiles ont disparu et l'on n'observe plus que de vagues empreintes dans les calcaires dolomitiques inférieurs du Bajocien.

Charente. — En se rapprochant de Montbron on voit se modifier assez brusquement la composition des assises qui redeviennent normales et très riches en fossiles.

D'abord sous Montbron, mais surtout dans le vallon du Mas, la zone à *Ludwigia concava* comprend des calcaires gris bleuâtres, assez

durs, très fossilifères, alternant avec de petits lits marneux. La même constitution s'observe dans les vallons qui s'étendent jusqu'à Chasseneuil. Aux environs de cette dernière localité (fig. 3) on peut bien observer les caractères de la zone inférieure du Bajocien dans les vallées du Rivaillon, du Maine-Gardon, et dans les tranchées du chemin de fer, vers Suaux. Les espèces de *Ludwigia* et les *Sonninia*, qui les accompagnent, atteignent une grande taille.

Fig. 3. — Coupe du Bajocien des environs de Chasseneuil (Charente).



a, argiles grises à *Grammoceras aalense* ; b, calcaires gris-bleu à *Ludwigia concava* ; c, calcaires gris-bleu alternant avec des lits marneux à *Sphaeroceras Sauzei* ; d, calcaires gris-bleu à silex à *Cæloceras Blagdeni* ; e, calcaire dolomitique pulvérulent à silex ; f, calcaire marneux ; g, calcaire oolitique (carrière) à *Ter. sphaeroidalis* ; h, calcaire marneux à silex pétri de *Ter. sphaeroidalis* ; i, calcaire compact à *Cosmoceras garantianum* ; s, argiles à silex.

Dans la vallée du Son, au moulin du Pont, près St-Claud, le calcaire gris-bleu qui forme la zone à *Ludwigia concava* se charge d'oolites ferrugineuses.

Désormais, à partir de ce point, soit en remontant le long du Plateau Central, jusqu'au sud de Montmorillon, soit en se dirigeant vers l'ouest du côté de Niort, j'ai trouvé cette zone constante dans tout le détroit Poitevin, sous forme d'un calcaire marneux gris-bleu avec oolites ferrugineuses.

Les ondulations des couches qui deviennent plus marquées dans l'axe du détroit ramènent au jour la zone à *Ludwigia concava*, près de St-Laurent-de-Céris, de part et d'autre de l'anticlinal, passant près de cette dernière localité.

Les failles de Nanteuil et de Vieux-Ruffec la font également reparaitre aux environs de Champagne-Monton.

M. Welsch a signalé la zone à *Ludwigia concava* à Asnois et à Chatain. Elle existe aussi dans la haute vallée de la Charente jusque près du Plateau-Central ; et s'étend sur les deux rives de la rivière depuis le pont de Cluseau jusqu'après d'Ambernac, où elle contribue à former un synclinal de cinq kilomètres d'étendue.

De Masmayoux, où il bute par faille contre le Charmouthien, le Bajocien inférieur se montre à Charroux, formant deux synclinaux et un anticlinal. La faune, très riche, contient quelques Polypiers.

Vienne. — Au nord de la feuille de Confolens, M. Welsch a reconnu l'existence de la zone à *Ludwigia concava* qui se poursuit sur les deux rives du Clain jusqu'àuprès de Ligugé, au sud de Poitiers.

Les vallées de la Vienne et de la Gartempe, au sud de Lussac-les-Châteaux et de Montmorillon, laissent voir la même zone un peu modifiée au point de vue lithologique, car elle est constituée par des calcaires gris-noirâtres, présentant à sa base un niveau à *Echinides* qui paraît être l'équivalent de la zone à *Ludwigia Murchisonæ*. Sur l'autre versant du détroit Poitevin, à Luzignan, Menigoutte, Saint-Maixent, j'ai reconnu la zone à *Ludwigia concava* qui n'avait pas été distinguée. M. de Grossouvre, aux environs de Niort, l'a réunie aux zones à *Ludwigia Murchisonæ* et *Sphæroceras Sauzei*. Dans toute cette région, j'ai pu la mettre nettement en évidence; elle se montre partout sous la forme d'un calcaire marneux gris bleu à oolites ferrugineuses. J'ai trouvé cependant plusieurs exemplaires de *Ludwigia Murchisonæ* à la base de cette formation.

La zone à *Ludwigia concava*, si j'en m'en rapporte aux descriptions de M. Boisselier, paraît se poursuivre sur la lisière méridionale du massif paléozoïque armoricain.

Enfin, je l'ai observée à Melle, au sud du détroit Poitevin, dans les tranchées de Saint-Thibault et encore plus au sud à Sauzé-Vaussais, dans le forage d'un puits.

En résumé, on voit que la zone à *Ludwigia concava* a une extension très générale dans le bassin de l'Aquitaine.

Après le dépôt des couches à *Ludwigia concava*, une différenciation très nette s'établit dans la sédimentation des couches Bajociennes; les calcaires à Céphalopodes ne se montrent plus au sud de Montbron. Ils sont remplacés par des calcaires en grande partie oolitiques qu'il sera possible de subdiviser en se basant sur la présence des Nérinées et des Brachiopodes.

Le faciès des calcaires à Céphalopodes règne sur la feuille de Confolens et sur une grande partie de celle de Rochechouart, mais il s'étend surtout vers Niort. Sur la feuille de Poitiers, les Céphalopodes sont une rareté et les calcaires à Céphalopodes sont remplacés par des calcaires dolomitiques, suboolithiques ou oolithiques, dans lesquels il est très difficile d'établir des subdivisions.

ZONE A SPHÆROCERAS SAUZEI

J'indiquerai seulement l'existence, en certains points, de la zone à *Sphæroceras Sauzei*.

L'affleurement le plus méridional de cette zone se trouve à Montbron. Elle est constituée par des calcaires gris bleu ayant deux mètres d'épaisseur et contenant une faune assez riche. Je citerai notamment *Sonninia læviuscula*, *Sonninia adicra*, *Sonninia Sowerbyi*, *Cœloceras Humphriesianum*, etc.

Ces calcaires se montrent partout où nous avons signalé la zone à *Ludw. concava* et il est souvent très difficile de les séparer au point de vue pétrographique. On les trouve aux environs de Chasseneuil et de Saint-Claud. Ils apparaissent également près de Nanteuil et dans la vallée de la Charente; mais la faune est moins riche que vers le sud.

Cette zone se poursuit vers Niort sous forme de calcaires gris bleuâtres à silex, mais il est difficile également de la distinguer de la zone suivante.

ZONE A CŒLOCERAS BLADGENI

La zone à *Cœloceras Bladgeni* comprend surtout dans tout le nord du bassin, et jusqu'à Montbron, la plus grande partie des calcaires gris bleu à silex qui se trouvent au-dessus de la zone à *Sphæroceras Sauzei*. Ces calcaires à silex sont bien développés aux environs de Chasseneuil et vers Saint-Claud, dans les carrières situées près de cette ville.

Ils se poursuivent avec des caractères semblables à Nanteuil et à Vieux-Ruffec, où l'on trouve de nombreux exemplaires de *Cœloceras Bladgeni*, *Cœloceras Braikenridgi* et *Cœloceras Humphriesianum*.

Les carrières de Mailloux, de Beauchamp, d'Ordières, d'Asnois, dans la vallée de la Charente, entament les mêmes couches, qui sont constituées par des bancs de 0^m30 à 0^m50 d'épaisseur, alternant avec des lits de marnes sans fossiles. Leur épaisseur, qui atteint ici environ 20 mètres, n'est que de quelques mètres près de Chasseneuil.

A Sanxay, Saint-Maixent, Niort, la puissance des couches diminue de nouveau et les silex ne se trouvent plus qu'à la partie inférieure de la formation. La partie supérieure est constituée par des calcaires grisâtres, alternant avec des lits de marne grise.

ZONE A COSMOCERAS GARANTIANUM

Cette zone, qu'il est souvent difficile, dans le sud-est du détroit Poitevin (Cellefroid, Champagne-Mouton), de séparer des premières couches bathoniennes, comprend en général plusieurs niveaux. A Chasseneuil, elle est constituée de la façon suivante (Fig. 3).

- A. Calcaire dolomitique pulvérulent à silex.
- B. Calcaire marneux blanchâtre.
- C. Calcaire oolithique à *Ter. sphæroidalis*.
- D. Calcaire marneux à silex pétri de *Ter. sphæroidalis* et de *Pecten silexus*.
- E. Calcaire compact à *Cosmoceras garantianum*, *Cosmoceras Niortensis*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Toxoceras Orbigny*, etc.

Les formes déroulées se montrent fréquentes dans cette zone. Les calcaires lumachelles, de la base, à *Terebratula sphæroidalis* se poursuivent avec une grande constance sur toute la feuille de Confolens (Charente, etc.), ainsi que vers Saint-Maixent et Niort, où ils ont été signalés par plusieurs géologues. Quant aux assises supérieures de l'étage, elles sont exploitées en beaucoup de points, dans les vallées de l'Argenton, de la Charente et du Clain : à Charroux, Comporté, Saint-Martin, etc., et présentent de nombreuses traces de *Chondrites scoparius*. On retrouve ces assises vers Sauzé-Vaussais, Melle, et aux environs de Saint-Maixent et de Niort, où leur épaisseur est moins considérable que vers l'Est, mais où la faune est beaucoup plus riche.

Facès divers du Bajocien moyen et supérieur.

Région nord. — Aux environs de Poitiers, à Vivonne, Ligugé, le Bajocien moyen et supérieur sont constitués par des calcaires dolomitiques pulvérents à silex, ayant une épaisseur assez considérable. Ces calcaires sont surmontés par des calcaires suboolithiques à *Terebratula Eudesi*, *Terebratula curvifrons*, etc., et à la partie supérieure par des calcaires compacts avec tiges d'Encrines, Polypiers, Bryozoaires et Brachiopodes.

Plus à l'est, dans les vallées de la Vienne et de la Gartempe, ce sont des calcaires oolithiques et dolomitiques qui forment la partie inférieure du Jurassique. La partie supérieure comprend des calcaires compacts avec ilots de Polypiers et des calcaires à Encrines, où j'ai recueilli *Acanthothyris spinosa*, *Collyrites analis*, etc.

Région sud. — A partir de Montbron (Charente), vers le sud, le Bajocien moyen et supérieur offrent une constitution très différente

de celle que nous avons vu dans le détroit Poitevin. Ce sont des cargneules épaisses, de couleur variée, qui reposent sur la zone à *Ludwigia concava*. Ces cargneules sont surmontées à Varaignes,

Fig. 4. — Coupe du Lias et du Bajocien à Varaignes.



1, granulite; a, calcaire jaune nankin; b, Charmouthien; c, calcaire marneux à *Harpoceras Levisoni*; d, argiles grises à *Harpoceras fallaciosum*; e, argiles micacées jaunâtres à *Grammoceras aalense*; f, calcaire dolomitique gris-bleu (niveau à *Ludwigia concava*); g¹, calcaire dolomitique pulvérulent; g², cargneules; h, calcaire oolithique avec polypiers isolés, Nérinées, etc.; i, calcaire compact coralligène; j, calcaire marneux à *Cœloceras subcoronatum* et *Pholadomies*; k, calcaire marneux avec géodes de calcite; l, calcaire oolithique à éléments roulés à *Trigonota costata*, Nérinées, Polypiers, etc. (Bajocien supérieur); s, argiles à silex; F, faille.

Javerlhac, par des calcaires oolithiques, avec niveaux de calcaires marneux à *Cœloceras subcoronatum* et Brachiopodes, etc.

Plus au sud, les sédiments oolithiques constituent une grande partie de la formation bajocienne. Ils présentent à Montbron, à leur partie supérieure, un îlot réciforme avec *Cidaris cucumifera*, de nombreux Polypiers, des Nérinées, etc. Le Bajocien supérieur paraît se terminer en général par des couches très fossilifères où j'ai recueilli plus de 30 espèces. Ce sont des calcaires oolithiques avec oolithes irréguliers présentant un faciès de charriage assez prononcé. Les coquilles sont souvent brisées et leurs ornements ont disparu. Les Nérinées abondent, accompagnées d'un grand nombre d'autres Gastropodes appartenant aux genres *Pseudomelania*, *Ditremaria*, *Trochus*, *Cylindrites*, *Pileolus*, *Patella*, etc., et de Lamellibranches : *Lima*, *Pecten*, *Trigonota*, *Tancredia*, *Opis*, etc. Cet horizon est très constant à Montbron, St-Pardoux, Thiviers, Excideuil, etc.

BATHONIEN

Faciès à Céphalopodes. — Le Bathonien des environs de Niort et de Saint-Maixent est bien connu et peut servir de type pour l'étude de l'étagé. Il débute à Sainte-Pezenne, par un banc argileux (banc

pourri), peu épais, pétri de fossiles qui sont, pour la plupart, transformés en phosphate de chaux. Ce sont : *Morphoceras polymorphum*, *Oppelia fusca*, *Perisphinctes zigzag*, *Parkinsonia ferruginea*, etc.

Au-dessus viennent des calcaires assez peu fossilifères contenant à peu près les mêmes espèces et faisant partie également du Bathonien inférieur.

Le Bathonien supérieur est constitué par des calcaires grisâtres à silex avec *Perisphinctes arbrustigerus*, *Oppelia aspidoides*, etc. L'ensemble a environ 20 mètres d'épaisseur.

J'ai suivi le banc pourri au sud du détroit du Poitou à Melle, dans la première tranchée sud du chemin de fer, puis dans le vallon qui s'étend entre Sompt et Tillou ; plus à l'est, à Bannières, à Taizé-Aizie et enfin à Bioussac, où il se termine (1). Quant aux sédiments qui constituent la plus grande partie de l'étage, ils varient relativement peu. Ce sont encore, à la partie inférieure, des calcaires grisâtres, sans silex, avec taches ferrugineuses et phosphatées et à la partie supérieure des calcaires à nodules siliceux.

A partir de Bioussac, vers l'est, dans les vallées de l'Argentor, de la Charente, du Clain, en l'absence du banc pourri, il devient difficile d'établir une limite très nette entre le Bajocien supérieur et le Bathonien inférieur, en raison de certaines formes communes de Céphalopodes existant dans ces deux zones et aussi de leur caractère lithologique qui est à peu près le même.

On peut relever une coupe complète de l'étage entre Charroux et Civray. A la base on observe des calcaires blancs jaunâtres en petits bancs dans lesquels on recueille *Oppelia fusca*, *Parkinsonia Parkinsoni*, etc., et à la partie supérieure une épaisseur assez considérable de calcaires gris blanc à pointillé jaune avec silex renfermant *Sphaeroceras Ymir*, *Hecticoceras retrocostatum*, *Oppelia aspidoides*. Les bancs supérieurs renfermant *Eligmus polyptipus*, espèce constante à la partie supérieure du Bathonien de l'Aquitaine.

A l'ouest de Nanteuil, dans la vallée de l'Argentor, les calcaires inférieurs sont peu épais, mais les calcaires à silex ont encore une dizaine de mètres de puissance.

Il en est de même dans la vallée du Son, de Cellefroin à Ventouse, où les fossiles permettent encore d'établir les deux zones du Bathonien.

Vers Lussac, sur la feuille de Rochechouart, la distinction de

(1) Pendant l'impression de mon manuscrit, j'ai eu connaissance d'une note de M. Welsch qui donne de nombreux détails sur la zone inférieure du Bathonien dans le détroit du Poitou. Mes résultats complètent ceux de mon savant confrère.

l'étage est seule possible. J'ai recueilli dans les calcaires compactes qui le constituent : *Perisphinctes arbustigerus*, *Terebratula maxillata*, *Zeilleria carinata*, etc.

Faciès oolithique. — Le faciès oolithique tend à envahir tout l'étage au sud de Chasseneuil. Entre La Rochefoucauld et Marillac on distingue les zones suivantes :

- A. Zone inférieure à *Rhynch. obsoleta*, *Rhynch. Lotharingica*.
- B. Zone supérieure à *Clypeus Ploti*, *Rhynch. elegantula*.

Cette dernière forme s'étend dans tout le sud du bassin de l'Aquitaine.

A Vilhonneur l'horizon supérieur de l'étage est remarquablement fossilifère. Il contient une faune de Brachiopodes, de Lamellibranches nouveaux (*Corbis*, *Lima*, *Pecten*, etc.) de Gastropodes (*Purpuroidea*) avec *Anabacia orbulites*, *Ostrea costata*, *Eligmus polyptipus*, etc.

Faciès des calcaires lithographiques. — Entre Montbron et Marthon l'étage se modifie par l'apparition, à sa base, d'un calcaire lithographique, de marnes feuilletées et d'une brèche calcaire à Lamellibranches renfermant des espèces saumâtres qui appartiennent aux genres *Cyrena*, *Sphenia*, *Protocardia*, etc.

La mer du Bajocien supérieur qui présentait déjà de nombreuses formes côtières, telles que les Patelles, se transforme, dans le sud du bassin de l'Aquitaine, à l'époque du Bathonien inférieur, en une véritable lagune saumâtre où pullulent les genres que nous venons de citer.

Les calcaires oolithiques que nous avons vu constituer la partie moyenne et la partie supérieure du Bathonien, passent vers le sud à des calcaires compactes lithographiques gris bleuâtres, alternant avec des couches marno-oolithiques où abondent des *Nérinées*, des *Pseudomelanies*, des *Cérithes* et des *Lamellibranches* : *Pholidomie*, *Pecten*, *Ostrea*, etc.

La zone supérieure de l'étage à *Rhynchonella elegantula*, *Eligmus polyptipus*, persiste sous forme d'un calcaire marneux ou d'un calcaire oolithique jusque dans le Lot.

Ces calcaires Bathoniens ont plus de 100 mètres d'épaisseur au sud de Brives ; ils contribuent à former une partie des causses du Lot.

II. — TECTONIQUE

Des failles à l'ouest du Plateau Central. — Dans son beau travail sur le bassin houiller et permien de Brive, M. Mouret a

montré que le bassin de Brive, ainsi que cela a lieu sur le bord sud-ouest du Plateau Central, est découpé par de nombreuses failles.

Il a groupé les failles de la région de Brives en trois systèmes :

Les premières, qu'il nomme *failles limitatives du Plateau Central*, sont des failles qui ont découpé, en général, le bord cristallin du massif ancien et produit l'affaissement des couches sédimentaires du bassin de l'Aquitaine.

Le second système, situé plus à l'ouest ou plus au sud dans l'intérieur du bassin et qui intéresse les couches sédimentaires seules, a une direction N.-100° E. et se poursuit sur près de 80 kilomètres de long, jusqu'auprès de Périgueux.

Dans le troisième système, également situé dans l'intérieur du bassin, les failles sont orientées N.-S.

M. Mouret a figuré ces trois systèmes de failles dans la carte géologique qui est annexée à son travail. Depuis la publication de son mémoire, il a poursuivi leur tracé sur la feuille de Périgueux. J'ai pu en compléter l'étude sur cette dernière feuille et la continuer plus au nord.

Le système des failles limitatives du Plateau Central se poursuit d'une façon à peu près continue, depuis les environs d'Excideuil (Dordogne) jusqu'à Javerlhac, près de Nontron. Il semble ensuite s'interrompre et on ne le retrouve plus que morcelé à Montbron (Charente). S'il existe plus au nord, la nappe d'argiles qui s'étend jusqu'à Cherves empêche de l'apercevoir. Je ne sais s'il se continue sur la feuille de Confolens.

Dans l'état actuel des recherches on peut dire qu'il existe sur une longueur totale de plus de 150 kilomètres.

Ce premier système de fractures se résout en général en une faille brisée, dont les tronçons sont rectilignes. Seule, la faille des environs de Thiviers présente, vers le sud, une courbure très prononcée. Des dédoublements partiels n'ont lieu que vers Thiviers et Nontron. La direction de ces fractures est d'abord N.-O. à l'est et au sud de Brives, puis E.-O. au nord et ensuite N.-O. jusqu'à Montbron ; sur plusieurs points il y a imbrication. Ces failles sont toutes directes ou verticales et l'affaissement a toujours lieu du côté de la plaine. Le rejet est variable. M. Mouret a montré que vers le sud il dépassait 250 mètres en beaucoup de points. Plus au nord, il est parfois assez faible et atteint seulement une moyenne de 60 à 80 mètres.

Le plongement est, en général, peu marqué, sauf au voisinage de la faille où il est souvent de 25°, mais il diminue rapidement et il ne possède plus qu'une valeur de 7 à 8°.

Autres systèmes. — D'autres failles intéressent les sédiments jurassiques qui bordent le Plateau Central, mais elles sont situées à l'ouest des précédentes. Leur extension est beaucoup plus locale, et elles semblent, au premier abord, ne pas avoir de rapports les unes avec les autres. Leur étude montre qu'elles concourent souvent, comme les premières, à l'affaissement général du bassin de l'Aquitaine.

a). La faille la plus méridionale que j'ai observée s'étend de Granges d'Ans à Chourgnac d'Ans et présente peut-être des rapports avec la faille de Châtres signalée par M. Mouret. Le long de cette faille, le Bajocien supérieur et, par places, le Bathonien, butent contre les divers étages du Lias. La dénivellation est d'environ 120 mètres.

b). Dans la vallée qui s'étend de Cognac à Eyzerac, une faille a brusquement affaissé l'Hettangien, le Charmouthien, le Toarcien et le Bajocien, produisant ainsi un rejet de 80 mètres.

c). Plus au nord, à Varaignes (fig. 4), la granulite et les étages du Lias apparaissent dans cinq petites vallées le long d'une faille qui les met en contact avec le Bajocien supérieur.

d). Aux environs de Montbron, depuis Bel-Air jusqu'à la Tour de la Fenêtre, en passant par Orgedeuil, une faille brisée de direction générale N.E.-S.O., a amené l'affaissement du Bajocien dans la plaine d'Orgedeuil, laissant en saillie une arête montagneuse constituée par les micaschistes et les étages du Lias. Le rejet est encore de 70 mètres environ.

Des failles locales se voient à Jomelières et à Lithrac, mais leur importance est tout à fait secondaire.

Sur la feuille de Confolens, on observe, mais seulement dans les vallées, les plateaux étant recouverts par des argiles tertiaires, un certain nombre de failles qui ont peut-être des rapports les unes avec les autres. Elles présentent toutes, en effet, comme particularités, d'amener en contact un ou plusieurs étages du Lias avec le Bajocien. De plus, le rejet qu'elles produisent est sensiblement le même. Tous ces tronçons qu'il est difficile de relier à cause des raisons indiquées plus haut, passent par Saint-Claud, Saint-Laurent-de-Céris, Nanteuil, Vieux-Ruffec, Benest, sur la Charente, Verneuil et La Valette sur le Clain.

En résumé, nous voyons que le bord ouest du Plateau Central et que les terrains primaires ou jurassiques qui lui forment une ceinture de ce côté sont affectés par des failles ayant, pour la plupart,

amené l'effondrement des assises secondaires. On aurait autour de ce massif une aire d'affaissement relatif. En un mot, le *Plateau Central* serait un *horst*. Ce sont, d'une façon plus générale, les conclusions auxquelles était arrivé M. Mouret pour le bassin de Brive.

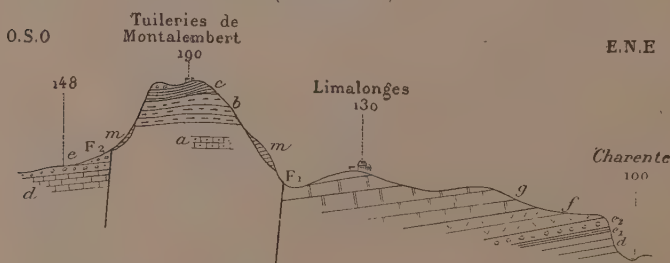
D'assez nombreux géologues étudiant le Plateau Central, au nord, à l'est et au sud, avaient émis une opinion semblable. Il sera possible maintenant de généraliser davantage.

Existence de Horsts dans le bassin de l'Aquitaine. — D'autres faits viennent ajouter de nouveaux arguments en faveur de la théorie que je viens d'indiquer. Ils consistent, en l'existence, le long du Plateau Central et dans le détroit du Poitou, de compartiments (auxquels par extension je donne le nom de *horsts*), restés en saillie au milieu des couches sédimentaires, abaissées sur leur pourtour.

Tels sont au sud, l'îlot de roches anciennes de Terrasson et celui de Beaumont signalés par M. Mouret, que l'on peut considérer comme des témoins de l'ancienne extension du Plateau Central.

Dans le détroit du Poitou, deux collines constituées par les étages du Lias et par des roches éruptives ont été formées par l'affaissement des couches jurassiques qui les entouraient.

Fig. 5. — Allure schématique des couches aux environs de Montalembert (Deux-Sèvres).



a, Charmouthien; *b*, argiles grises à *Harpoceras fallaciosum*; *c*, argiles et marnes à *Grammoceras aalense*; *d*, Bajocien moyen et supérieur; *e*₁, banc pourri; *e*₂, calcaires du Bathonien inférieur à *Perisphinctes zigzag*; *f*, Bathonien supérieur; *g*, Callovien; *m*, éboulis et par places argiles à silex; *F*₁, *F*₂, failles.

L'une d'elles, celle de Champagné-Saint-Hilaire, avait attiré l'attention de de Longuemar et M. Rolland l'avait étudiée au point de vue stratigraphique; mais on n'avait pas essayé d'expliquer sa formation. La colline de Montalembert avait également intrigué plusieurs géologues.

M. Welsch la considère comme une portion d'un pli anticlinal qui se continuerait jusqu'aux deux rives de l'ancien détroit Poitevin. Je donnerai une toute autre explication. Cette dernière colline, en effet, comme celle de Champagné-Saint-Hilaire, est découpée par des failles l'isolant des couches effondrées (Bajocien supérieur au sud, Callovien au nord) qui l'entourent. Si pour la colline de Sauzé-Montalembert ces failles sont moins visibles que pour la colline de Champagné, cela tient à la nature des sédiments qui la recouvrent. Ce sont, en effet, des argiles Toarciennes et des îlots d'argiles tertiaires qui en forment le couronnement. Le ruissellement des eaux atmosphériques a entraîné facilement des sédiments ayant aussi peu de consistance et des éboulis se sont produits de tous côtés, masquant en partie, sur les pentes, les accidents dont nous venons de parler.

Il est curieux d'observer que dans ces deux îlots le Toarcien est à l'altitude de 190, c'est-à-dire à une altitude sensiblement la même que celle que l'on observe des deux côtés du détroit, sur le Massif Vendéen et sur le Plateau Central. En outre, au pied des deux collines, l'altitude du Toarcien est de 90^m. La dénivellation dans les deux cas est donc environ de 100 mètres.

Il est difficile de préciser l'âge des mouvements qui ont amené la formation des horsts poitevins, en raison de l'absence de fossiles dans les sédiments tertiaires de la région.

RESTES D'HYÈNES RAYÉES DE LA BRÈCHE D'ES-TALIENS A BAGNÈRES-DE-BIGORRE (HAUTES-PYRÉNÉES),

par **Edouard HARLÉ** (1).

Visitant, il y a quelques semaines, le Musée de Bagnères-de-Bigorre, j'examinai une mandibule d'Hyène à moitié ensevelie dans un morceau de brèche. Je fus étonné de ce que la carnassière ne paraissait pas plus longue que chacune des deux dernières prémolaires. Comme, à la mandibule de l'*Hyæna spelæa*, la carnassière est beaucoup plus longue que chacune des deux dernières prémolaires, je supposai, contrairement à ma première opinion, que l'échantillon en question pouvait ne pas appartenir à cette espèce. Je demandai à M. le pasteur Charles Frossard, qui dirige ce Musée comme représentant de la Société Ramond, de me confier, pendant quelque temps, cet échantillon et les autres pièces d'Hyènes ayant la même gangue. Il eut l'amabilité d'y consentir. J'empruntai ainsi au Musée de Bagnères-de-Bigorre trois pièces d'Hyènes, je burinai hors de leur gangue les parties les plus caractéristiques et je les étudiai à loisir.

PROVENANCE

Ces trois pièces font partie de la collection recueillie par l'Ouvrier cordonnier Davezac et acquise par la ville après son décès. Davezac avait l'habitude de cacher les provenances de ses échantillons afin de conserver le monopole des gisements qu'il fouillait. Le singulier catalogue de sa collection qu'il a fait imprimer contient, comme seule indication d'origine, cette mention générale que tous les ossements fossiles ont été « extraits du sol des Hautes-Pyrénées sans sortir des limites du département ». Cette indication est confirmée, en ce qui concerne les pièces d'Hyènes en question, par une étiquette, collée sur l'une d'elles, portant les mots « Hautes-Pyrénées ».

Il est bien connu que Davezac a exploité et complètement épuisé une brèche, très riche en ossements, située, tout près de Bagnères-

(1) Note présentée à la séance du 21 janvier 1895; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 17 février 1895.

de-Bigorre, au lieu dit Es-Taliens (ou Les-Taliens, ou Estalient), sur la montagne Le Bédât, à environ 800 mètres d'altitude. Tous les morceaux de brèche empâtant des os, qui se trouvent dans sa collection, sont de même nature. Ils ne diffèrent d'ailleurs en rien des débris de son exploitation que j'ai ramassés à Es-Taliens. Il semble donc que tous ces échantillons, et en particulier les trois pièces d'Hyènes en question, proviennent du gisement d'Es-Taliens.

Pour plus de sûreté j'ai voulu comparer la brèche d'Es-Taliens avec les autres brèches osseuses du département.

Lartet (1) a signalé la découverte d'ossements d'un Rhinocéros voisin du bicorné du Cap dans deux grottes des environs de Bagnères-de-Bigorre, situées l'une à Beaudéan, l'autre dans la montagne de Serris. J'ai montré (2) qu'il s'agit d'une seule et même grotte, mise à découvert par l'exploitation d'une carrière, à la limite du village de Beaudéan, dans le vallon de Serris et ensevelie maintenant sous un remblai. Philippe, décrivant cette grotte, où il a trouvé quelques ossements, s'exprime ainsi (3): « Le sol... est » couvert de débris de roches calcaires, solidifiées par la stalag- » mite... l'on aperçoit, par-ci, par-là, se faisant jour à la surface du » sol, des portions osseuses liées par un ciment calcaire plus ou » moins solide ». Je me suis demandé si les pièces d'Hyènes de Davezac ne proviennent pas de cette sorte de brèche de la grotte de Beaudéan. Mais les échantillons de brèche de Davezac sont composés d'un ciment, qui n'est pas de la stalagmite, et de morceaux de rocher dont la nature diffère de celle des fragments que j'ai détachés de la carrière de Beaudéan. Ils ne proviennent donc pas de la grotte de Beaudéan.

Ces échantillons ne proviennent pas non plus de la brèche à *Rhinoceros Merckii* que j'ai découverte et exploitée dans la carrière de Montoussé (Hautes-Pyrénées), vallée de la Neste. Cette carrière est à 40 kilomètres de Bagnères-de-Bigorre, où habitait l'ouvrier cordonnier Davezac, la brèche n'était probablement pas encore mise à jour de son vivant et, fait le plus important, elle est d'une autre nature.

En résumé, il me paraît certain que les morceaux de brèche de la

(1) Notice sur la colline de Sansan, etc., 1851, p. 30.

(2) Les brèches à ossements de Montoussé, Appendice II, *Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*, 1892.

(3) Cavernes à ossements des environs de Bagnères-de-Bigorre, *Soc. Linnéenne de Bordeaux*, 1852.

collection Davezac et, en particulier, les trois qui contiennent des restes d'Hyènes, ont été extraits d'Es-Taliens.

DÉTERMINATION

La pièce qui avait d'abord attiré mon attention est une mandibule gauche munie de toutes ses dents, sauf les incisives. Les trois prémolaires sont en partie masquées par la gangle. La carnassière est en mauvais état. La longueur de la carnassière est 24 millimètres et celle de chacune des deux dernières prémolaires ne paraît guère moindre. La longueur occupée par l'ensemble des prémolaires et de la carnassière est 82 millimètres (mesure prise sur la face interne). La faible longueur relative de la carnassière exclut l'*Hyæna spelæa* et rappelle au contraire l'Hyène rayée. L'arête saillante de la face interne de la canine se termine inférieurement, non pas comme chez l'*Hyæna spelæa*, mais comme chez l'Hyène rayée.

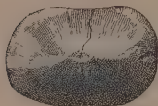


Fig. 1.

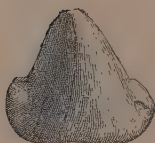


Fig. 2.

J'ai emprunté aussi à la collection Davezac une mandibule droite, du même individu que la mandibule gauche que je viens de décrire. Elle n'a conservé d'autres dents que ses prémolaires. J'ai dégagé, au burin, la seconde de ces trois prémolaires et je l'ai figurée en plan et suivant sa face externe (fig. 1 et 2). Elle diffère de la dent correspondante de l'*Hyæna spelæa*, mais ressemble au contraire à celle de l'Hyène rayée. Ainsi, comme à l'Hyène rayée, elle est beaucoup moins haute que chez l'*Hyæna spelæa* — sa pointe correspond à peu près au milieu de sa base, tandis que chez l'*Hyæna spelæa*, la pointe est plus en arrière, faisant paraître cette dent inclinée vers l'arrière — la base de la couronne, du côté externe et du côté interne, est à peu près rectiligne, tandis que, chez l'*Hyæna spelæa*, elle est fortement relevée vis-à-vis de l'intervalle des deux racines — le ressaut ou talon postérieur est plus long que chez l'*Hyæna spelæa* — le contour de la dent, vue en plan, n'a pas, notamment à la face interne, la même forme que chez l'*Hyæna spelæa* — la partie antérieure de la crête de la dent est moins du côté intérieur que chez l'*Hyæna spelæa*. Cette dent d'Es-Taliens n'appartient donc pas à l'*Hyæna spelæa*, ni par conséquent à l'Hyène tachetée, dont l'*Hyæna spelæa* diffère extrêmement peu. Elle n'appartient pas non plus à

l'Hyène brune, car la dent correspondante de cette espèce se rapproche de celle de l'*Hyæna spelæa* (1). La dent d'Es-Taliens est semblable à la dent correspondante de l'Hyène rayée. Elle est d'Hyène rayée.

Les dimensions en plan de cette dent sont : longueur 22 millim., largeur 14 millim., d'où résulte qu'elle est proportionnellement plus épaisse que les dents correspondantes de l'Hyène rayée actuelle que j'ai vues.

Pour dégager largement de sa gangue cette seconde des trois prémolaires, j'ai dû également dégager la première. J'ai constaté qu'elle est aussi plus épaisse que chez l'Hyène rayée actuelle, car elle a 16 millim. de longueur sur 11 millim. de largeur, mais que, à cela près, sa forme est la même. En effet, cette dent est aussi large dans la partie antérieure que dans la partie postérieure, au lieu d'être, comme chez l'*Hyæna spelæa*, plus étroite en avant, et la pente de sa face interne est régulière, au lieu de présenter, comme chez l'*Hyæna spelæa*, un creux très marqué.

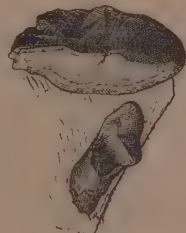


Fig. 3.

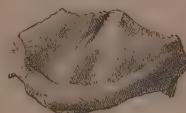


Fig. 4.

La troisième pièce d'Es-Taliens est une portion de mâchoire supérieure gauche munie de la tuberculeuse et de la partie postérieure de la carnassière. J'ai figuré cette pièce en plan et, de plus, le morceau de sa carnassière suivant sa face interne (fig. 3 et 4). Comme chez l'Hyène rayée, le dernier lobe de la carnassière est court et la tuberculeuse est grande et de forme allongée (2).

L'Hyène d'Es-Taliens est donc une Hyène rayée. Toutefois, les pièces d'Es-Taliens présentent quelques petites différences avec les pièces correspondantes d'Hyène rayée actuelle que j'ai vues : elles sont, en effet, grandes — les dents sont relativement plus épaisses — la tuberculeuse est beaucoup plus large (d'avant en arrière) dans

(1) J'ai étudié la dent correspondante de l'Hyène brune sur les documents suivants : Moulage, au Muséum de Toulouse.

Figure publiée par Wagner dans *Abhandl. Münch. Akad.*, 1843.

Figures publiées par de Blainville dans *Ostéographie*.

Figure publiée par G. Busk dans *Linnean Society's Journal, Zoology*, 1866.

(2) Les dimensions de la couronne de cette tuberculeuse sont, en millimètres : longueur, 16; largeur maxima de la partie voisine de la carnassière, 8; largeur de la partie la plus éloignée de la carnassière, 6. Sur la figure 3 on voit, du côté le plus éloigné de la carnassière, une racine prolongement de la couronne.

sa partie voisine de la carnassière — la tuberculeuse a une direction moins perpendiculaire à celle de la carnassière — le talon de la carnassière inférieure paraît moins important.

OBSERVATIONS DIVERSES

En outre des trois pièces d'Hyène rayée que je viens de décrire, j'ai reconnu, dans les morceaux de brèche d'Es-Taliens, des restes d'un grand Bovidé, d'un Cerf qui paraît être l'Élaphe et d'un petit Ruminant.

J'ai déjà signalé la découverte que j'avais faite, dans un autre gisement des Pyrénées, la grotte de Montsaunès (Haute-Garonne), de restes d'Hyène rayée avec une faune de climat chaud (1), conclusions qui ont reçu depuis la haute sanction de M. Albert Gaudry. La présence, si caractéristique, de l'Hyène rayée doit faire admettre que le gisement d'Es-Taliens est contemporain de celui de Montsaunès, d'autant que les particularités de détails de la dentition des Hyènes de ces deux gisements semblent être les mêmes, du moins dans la limite des échantillons que j'ai vus. J'ai montré que l'on ne connaissait, dans le Midi de la France, qu'un seul autre gisement à Hyène rayée, la grotte de Lunel-Viel (Hérault) (2). Dans aucun de

(1) *Comptes-Rendus*, 9 avril 1894, et *B. S. G. F.*, 1894, p. 234. J'ajoute que, d'après une note publiée par M. Nehring dans *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, 19 août 1894, la carnassière inférieure qui m'avait fait songer un moment au *Cuon* appartient très probablement à ce genre. La faune de Montsaunès comprend donc, non-seulement un vrai *Canis*, mais aussi très probablement un *Cuon*. J'observe que le talon de la carnassière en question possède, au lieu de la pointe intérieure ordinaire des *Canis*, un petit rebord très net, déterminant un vallon entre lui et la pointe extérieure, laquelle n'occupe ainsi qu'une partie de la largeur du talon.

Des restes du genre *Cuon* ont déjà été découverts dans une autre grotte des Pyrénées, la grotte de Malarnaud (Ariège), où ils ont été signalés par M. Filhol. Ils s'y trouvaient avec *Ursus spelæus*, *Hyaena spelæa*, *Rhinoceros tichorhinus*, etc., c'est-à-dire avec une faune froide, bien différente de la faune chaude plus ancienne de Montsaunès. Je possède trois mandibules de *Cuon* qui ont été découvertes à Malarnaud par M. Bourret et que j'ai décrites dans l'*Anthropologie*, 1891, sous le nom de *Cuon Bourreti*. J'observe que, à ces trois échantillons, le talon de la carnassière n'est pas identique à celui de la carnassière de *Cuon* de Montsaunès. En effet, la pointe extérieure y est tellement développée qu'elle occupe tout le talon; il n'y a d'autre trace de la pointe intérieure qu'une diminution de la pente du talon; il n'y a pas trace de vallon.

(2) J'ai fait remarquer plus haut que la tuberculeuse de l'Hyène d'Es-Taliens diffère de celle de l'Hyène rayée actuelle. La tuberculeuse de l'Hyène de Montsaunès, que j'ai figurée dans *B. S. G. F.*, 1894, p. 236, est semblable à celle de l'Hyène d'Es-Taliens. Par contre, d'après Gervais, chez l'Hyène de Lunel-Viel « la tuberculeuse est semblable à celle de l'Hyène rayée » (*Zool. et Pal. Fr.*, 1859, p. 241). Il se peut donc que l'Hyène rayée d'Es-Taliens et de Montsaunès constitue une variété distincte que l'on pourrait appeler *pyrenaïca* ?

ces trois gisements il n'a été trouvé d'*Hyæna spelæa*. Deux, la grotte de Lunel-Viel et la grotte de Montsaunès, ont donné du *Rhinoceros* et ce *Rhinoceros* appartient au type *Merckii*. Comme, d'autre part, en Angleterre, à Bordeaux (gisement de Laroque) et à Gibraltar, on a trouvé ce même type de *Rhinoceros*, sans Hyène rayée, mais avec *Hyæna spelæa*, c'est-à-dire avec l'espèce d'Hyène qui a vécu jusqu'à la fin du Quaternaire, il semble que l'Hyène rayée ait cessé d'exister, dans nos pays, avant les derniers temps du *Rhinoceros Merckii*. Les gisements d'Es-Taliens, de Montsaunès et de Lunel-Viel sont néanmoins plus récents que le Tertiaire. Voici, à ce sujet, un argument à ajouter à ceux que j'ai déjà donnés : M. Forsyth Major, étudiant un *Sus* pliocène, contemporain de la faune du Val d'Arno (1), a fait observer que, à la défense inférieure des *Sus* pliocènes, la bande d'émail extérieure est aussi large que l'intérieure, tandis que, chez le *Sus scropha*, la bande extérieure est beaucoup plus étroite que l'intérieure. J'ai constaté que mes défenses inférieures de *Sus* de Montsaunès ont les bandes d'émail dans la même proportion que chez le *Sus scropha*. Les gisements de Montsaunès, d'Es-Taliens et de Lunel-Viel appartiennent aux débuts du Quaternaire.

(1) *Geological Magazine*, 1890, p. 307.

LE BATHONIEN DES ENVIRONS DE TOULON
ET SES ÉCHINIDES.
DESCRIPTION D'UN NOUVEAU GENRE *HETEROPEDINA*

par MICHALET (1).

Les couches bathoniennes des environs de Toulon constituent, au point de vue échinologique, une série de gisements intéressants dont la plupart des espèces sont, jusqu'ici, spéciales à la région.

Les plus riches de tous, et, on peut l'ajouter, deux des plus remarquables gisements d'Échinides qui aient été rencontrés, sont celui de St-Hubert et celui de Puget-Ville.

Le premier est situé à la base marneuse des bancs calcaires compacts bathoniens qui couronnent, en hémicycle, les hauteurs du vallon de Valaury.

Le Bathonien de St-Hubert a, depuis longtemps, attiré particulièrement l'attention des géologues, non-seulement à cause de l'abondance et de la variété de ses fossiles, de l'ensemble des horizons jurassiques inférieurs qu'il complète, mais, aussi, à cause de la vivacité et de la longueur des débats auxquels a donné lieu, entre Coquand d'un côté, Dieulafait et Hébert de l'autre, la classification des dolomies dont il n'est séparé que par des couches à *Pholadomyes* qui furent mêlées forcément à la grande discussion.

Hébert, Jaubert, Coquand, Dieulafait ont donné de nombreuses coupes de Valaury et bien fait connaître le côté stratigraphique depuis les bancs à *Avicula contorta* qui sont au pied du vallon, et du milieu desquels une faille a fait jaillir la belle source du *Thon*, jusqu'aux dolomies, de niveau si longtemps indécis, qui se profilent de loin en sommets aigus par delà la barre formée par le Bathonien compact, et sur l'un desquels sont encore debout quelques ruines d'une vieille chapelle bâtie sous le vocable de St-Hubert.

La partie paléontologique a moins préoccupé les géologues.

Cependant MM. Douvillé et Zurcher ont étudié en 1884 (2) la faune du Bajocien et surtout les Ammonites de la zone à *Ammonites Sowerbyi* dont plusieurs espèces nouvelles ont été décrites.

M. Gourret a aussi publié, en 1886, dans la *Revue des Hautes*

(1) Note présentée à la séance du 27 janvier 1895; manuscrit remis le 16 janvier. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 25 février 1895.

(2) *B. S. G. F.*, 3^e Sér., tome 13.

Études(1), des *Recherches sur le Lias et l'Oolithe des environs de Marseille et de Toulon* où, dans un but spécial, il compare à la fois la structure et la faune de certains points des Cévennes et de la Provence. Il y a consacré un chapitre à Valaury et il y énumère, avec leur plus ou moins de fréquence, les espèces recueillies à chacun des niveaux du vallon. Il ne cite, cependant, à l'horizon bathonien, en fait d'Échinides, que deux espèces qu'il note très rares. A la vérité, dans des considérations générales qui terminent le chapitre, il parle de la célébrité du gisement bathonien de Puget-Ville due à la présence de nombreux Oursins, mais pas plus pour cette dernière station, que pour Valaury, il ne donne la liste des Échinides qui n'existe qu'éparse dans la *Paléontologie française*.

Ce sont les recherches de Jaubert et celles de M. Peron qui ont fait connaître la faune échinique du gisement de St-Hubert, comme de celui de Puget-Ville, et presque toutes les espèces spéciales à ces localités portent avec justice leur nom. Les explorations de M. Peron qui ont eu lieu cependant après celles de Jaubert, ont enrichi cette faune des espèces les plus rares : *Galeroclypeus Peroni*, *Pygaster Peroni*, *Orthopsis Peroni*, etc.

Le gisement de Puget-Ville, aussi riche que celui de St-Hubert, présente avec ce dernier cette particularité que les espèces qui y sont le plus abondantes sont très rares ou font absolument défaut à St-Hubert. Au point de vue stratigraphique, les bancs compacts, à la base desquels sont les Oursins, couronnent à Puget-Ville, comme à Valaury, la série complète du Jurassique inférieur de la région, et il s'y développe, au-dessous, à très peu de chose près, dans les mêmes conditions. Mais il n'y est pas lui-même surmonté par les dolomies ni même par les couches à Pholadomyes.

Après ces deux gisements il faut mentionner celui de Forcalqueiret, presque aussi important, et qui n'est inconnu que parce qu'il a été confondu, sans doute, avec celui de Puget-Ville dont il est cependant bien distinct. Entre les villages de Forcalqueiret et de Rocbaron, les couches bathoniennes descendent des hauteurs où elles sont, au nord de Puget-Ville, jusqu'au-dessous des grandes ruines du château de Forcalqueiret, et offrent au bord de la route qui mène à Rocbaron, non pas, à proprement parler, un seul gisement, mais plusieurs qui ont aussi leurs espèces préférées d'Échinides.

Vient ensuite, aux environs plus immédiats de Toulon, le Bathonien très fossilifère de *la Gorguette*, près de Bandol, et sur le bord

(1) Année 1886, n° 7.

même de la mer, qu'ont décrit les premiers Jaubert et Dumortier, mais où les Oursins sont moins abondants que les autres espèces. M. Gourret, dans le travail indiqué plus haut, a aussi étudié la succession jurassique qui se développe entre Sanary (1) et Bandol et en a catalogué soigneusement la faune.

On rencontre encore, toujours sur le bord de la mer, au lieu dit *la Galère*, entre Bandol et St-Cyr, un Bathonien fossilifère. Ce gisement est moins connu que le précédent. Les fossiles y sont en un peu moins grand nombre qu'à la Gorguette, la couche qui les renferme principalement est très difficile à atteindre, mais il y a au moins autant d'Échinides, et ils y sont d'une belle conservation.

Ces cinq localités sont les seules importantes. Dans la vallée de Dardennes on rencontre les couches bathoniennes à plusieurs hauteurs bien différentes à cause des bouleversements de niveaux produits par de nombreuses failles. Mais un seul point, le Nest, près du fort des Pommets, a offert des Échinides.

M. Cossman, dans son beau mémoire, *Contributions à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France, Gastropodes* (2), a indiqué tantôt l'un, tantôt l'autre des divers gisements que je viens d'énumérer pour une certaine quantité d'espèces de Gastropodes qui y ont été récoltées par M. Peron ou par moi.

Après cette vue d'ensemble, étudions maintenant en détail la faune échinitique de chacune de ces stations.

A St-Hubert, les Échinides ne commencent à se montrer que dans les premiers lits d'une alternance de marnes et de calcaires marneux qui n'a guère plus, dans son épaisseur moyenne, d'une douzaine de mètres. Elle est entre les bancs bathoniens compacts formant barre, qu'elle supporte, et un premier niveau bathonien à Ammonites dont la puissance ne peut être que très difficilement appréciée à cause de la pénurie des fossiles et de la médiocre conservation des rares Céphalopodes que l'on rencontre depuis la zone à *Ammonites Sowerbyi*.

Les diverses espèces d'Échinides contenues dans cette alternance ne se rencontrent pas, indifféremment, dans l'un ou l'autre des lits qui la composent. En allant de bas en haut on ne trouve d'abord que *Diplocidaris Dumortieri* Cotteau, en fragments plus ou moins importants, au milieu d'un véritable amoncellement de petites *Ostrea* d'une détermination difficile, mais qui me paraissent devoir être

(1) Ce village s'est appelé St-Nazaire jusqu'à ces derniers temps.

(2) *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 3^e Sér., tome 3.

rapportés, et c'est aussi l'avis de MM. Peron et Collot, qui ont bien voulu revoir la détermination des espèces indiquées dans ce travail, à *Exogyra linguatula* Volton (in Morris et Lycett), et à *Ostrea obscura* Sowerby.

Plus haut, et accompagnés de quelques *Lima* de plusieurs espèces, surtout de l'espèce *cardiiformis* Morr. et Lyc., de quelques *Eligmus polytypus* Deslongch., *Eudesia cardium* Lamark, de nombreuses *Ostrea gregaria* Sowerby, de très nombreux *Eudesia Niedwjedski* Szanojcha (in Deslongchamps) (1), et d'innombrables Spongiaires de petite taille, les assises bathoniennes renferment de nouveaux débris de *Diplocidaris Dumortieri*, puis de rares radioles de *Cidaris meandrina* Agassiz, *Cidaris bathonica* Cotteau, *Rhabdocidaris horrida* de Loriol, d'un autre *Cidaris* ou *Rhabdocidaris* qui paraît être une espèce nouvelle, autant que la conservation de ces radioles permet de l'affirmer, de plus rares radioles encore de *Cidaris Michaleti* Cotteau, des *Hemicidaris Jauberti* Cotteau, en petit nombre et habituellement jeunes, d'un peu plus fréquents *Leiosoma Jauberti* Cotteau, et des *Magnosia Peroni* Cotteau, d'une grande rareté.

C'est à ce niveau précis qu'a été récolté l'échantillon unique appartenant au genre nouveau décrit à la fin de cette note.

Les *Pseudocidaris Peroni* Cotteau, et les *Asterocidaris minor* Cotteau, paraissent habiter les plus hauts lits de l'alternance, je veux dire ceux où le calcaire marneux passe à la compacité. Les jeunes surtout de ces deux espèces y sont assez communs, principalement de la dernière. C'est avec eux que j'ai recueilli les uniques exemplaires de *Stomechinus Peroni* Cotteau, et de *Stomechinus Varusensis* Cotteau, que je possède de St-Hubert, ainsi qu'un fragment important d'une espèce rarissime qui n'avait pas encore été rencontrée en Provence, *Stomechinus Michelini* Cotteau. M. Cotteau a figuré ce fragment dans la *Paléontologie française*.

Des trois autres espèces *Pygaster Peroni* Cotteau, *Stomechinus Schlumbergeri* Cotteau, et *Polycyphus Jauberti* Cotteau, que la *Paléontologie française* indique encore à Valaury, la seconde ne s'est jamais offerte à moi dans n'importe lequel de nos gisements des environs de Toulon, bien que la *Paléontologie* la donne pour assez commune à Valaury. J'ai bien récolté la première et la troisième, mais pas à St-Hubert. Il m'est donc impossible de dire où paraît en être là le niveau précis.

(1) DESLONGCHAMPS (*Paléontologie française*) figure cette espèce du Var, et croit qu'elle y remplace sa congénère *Eudesia flabellum* DeFrance, qui ne paraît pas exister dans le Midi.

M. Gourret ne mentionne dans le Bathonien de St-Hubert que deux espèces d'Échinides dont la première, *Rhabdocidaris horrida* de Loriol, y est cependant rare, et dont je n'ai jamais trouvé la seconde, *Rhabdocidaris Varusensis* Cotteau. Mais peut-être y a-t-il eu confusion pour cette dernière, car M. Gourret n'en cite que les radioles, et la *Paléontologie* n'en mentionne de connu que le test, et encore dans le Bajocien de Cuers.

Il est bien difficile de récolter des Échinides dans les bancs de plus en plus compacts qui succèdent à l'alternance de marnes et de calcaires marneux. En tout cas, je n'ai jamais pu y en distinguer un seul. Mais il y a, immédiatement au-dessus d'eux, d'autres couches fossilifères, les couches à Pholadomyes, où l'on rencontre encore des Échinides, et au sujet desquelles persiste une confusion que je voudrais m'efforcer de dissiper, bien que leur examen, même dans ses lignes générales, ne soit, malgré son intérêt, rattaché à ce travail que d'une manière éloignée.

Dès 1861, Hébert signala à St-Hubert, au-dessus des bancs compacts de la Grande Oolithe, des calcaires gris marneux à *Pholadomya carinata*, Goldfuss, fossile caractéristique, dit-il, de la base de l'Oxford-Clay. Il ajoute qu'on a néanmoins cité cette espèce dans les assises supérieures de la Grande Oolithe.

En 1864, Jaubert, dans la grande coupe du vallon de Valaury, jointe à la note qu'il envoyait de Portugal à la Société géologique, réunie à Marseille, appelle aussi ces couches calloviennes. Il y distingue d'abord des grès micacés jaunâtres, entremêlés de marnes grises et de calcaires marneux renfermant très abondamment la *Pholadomya carinata*, au-dessus des grès ferrugineux à Polypiers et Bivalves, où il a aussi recueilli un Echinoderme, et enfin des calcaires marneux et des marnes micacées grises ou bleues.

En 1871, Coquand, à propos de sa grande controverse sur les dolomies supérieures, est amené à parler des couches à Pholadomyes, qu'il appelle des calcaires marneux placés entre les couches à *Terebratula flabellum* et les dolomies de St-Hubert. Elles sont pour lui du Bathonien supérieur. Il compare les fossiles qu'il y a recueillis avec des fossiles de Biot et de Valdonne (Alpes-Maritimes), qu'il croit de même horizon. Il a récolté, lui aussi, à St-Hubert, un grand nombre de Pholadomyes, mais il y distingue deux espèces dont aucune cependant ne correspond pour lui aux types donnés par Goldfuss et Agassiz. Il a rencontré l'une des deux à la fois, dans les couches en question et dans les bancs inférieurs à *Terebratula flabellum*. Il fait d'ailleurs remarquer que *Pholadomya carinata* Goldf., est citée

dans le Callovien et dans le Jurassique inférieur. Il mentionne aussi, avec les Pholadomyes, l'*Anabacia orbulites*, dont les exemplaires sont identiques en tous points avec ceux de cette même espèce recueillis à Bandol dans les couches appartenant pour tous au Bathonien. Il cite encore plusieurs autres espèces communes aux couches à Pholadomyes et au niveau à *Terebratula flabellum*, et remarque enfin que ces couches ne ressemblent en rien ni au Callovien de Marseille, riche en Ammonites (*Amm. macrocephalus*, *Amm. anceps*), ni à celui d'Escragnoles et Coursegoules, qui est lithographique et contient aussi des Ammonites. Pour lui, le vrai niveau callovien et aussi le niveau oxfordien sont représentés à St-Hubert, en tout ou partie, par les dolomies elles-mêmes dont l'épaisseur est si considérable.

En 1886, M. Gourret est du même avis que Hébert et Jaubert, et tient aussi pour calloviens les *grès micacés fins, gris cendré avec plaques bleuâtres qui sont en bancs épais au-dessus de la barre bathonienne et se délitent en plaques*. Il y cite, le premier, des Ammonites : *Ammonites macrocephalus* Schlotheim (in d'Orbigny), *Ammonites Backeria* (in d'Orbigny), comme assez rares, il est vrai.

En 1887, M. Marcel Bertrand, dans sa Carte géologique de Toulon, rapporte au Bathonien supérieur les *marnes jaunâtres micacées, avec quelques oolithes ferrugineuses contenant*, dit-il très catégoriquement dans la note explicative de la Carte, *avec Pholadomya carinata*, la faune de Ranville.

Je crois aussi que les couches à Pholadomyes appartiennent encore au Bathonien supérieur. Ces couches ont, dans leur plus grande épaisseur, près d'une centaine de mètres, et on peut se rendre un compte exact de tout leur développement en s'engageant dans un sentier qui va du *poste Nègre*, situé au *Pas de Loubière*, à la source, si fraîche en été, *des Tournes*. Partout ailleurs les couches sont plus ou moins dénudées ou recouvertes par les dolomies.

Les deux premiers tiers sont formés de calcaires marneux ou gréseux de couleur blanchâtre ou jaunâtre, quelquefois bleuâtre, et ferrugineux par places. C'est surtout vers le haut de cette première partie des couches qu'on peut récolter les Pholadomyes. On rencontre ensuite une petite assise très mince de calcaire compact très ferrugineux. Elle n'a pas un mètre, mais elle est pétrie de fossiles. On n'en rencontre plus un seul dans les bancs de calcaires feuilletés blancs ou bleus qui succèdent à l'assise ferrugineuse et qui supportent immédiatement les dolomies.

Je n'ai jamais recueilli dans ces couches où je fais, depuis bien

longtemps, de longues et minutieuses recherches, que des Ammonites de très médiocre conservation, très rares d'ailleurs comparativement aux échantillons des autres espèces, et qu'il ne m'a été possible de rapprocher que de *Ammonites microstoma* d'Orbigny et de *Ammonites contrarius* d'Orbigny. Je n'ai pas vu les exemplaires d'Ammonites recueillis par M. Gourret, mais ni les recherches de Jaubert, ni celles d'Hébert, de Coquand, de Dieulafait, les premiers explorateurs de ces couches, ne les ont mis en possession d'exemplaires bien déterminables d'Ammonites qui eussent constitué des documents très importants pour le grand litige sur l'âge des dolomies. Aucun d'eux ne mentionne d'Ammonites dans les couches à Pholadomyes. Coquand a bien soin, au contraire, de faire remarquer que les couches à Pholadomyes de St-Hubert *ne ressemblent en rien au Callovien très ammonitifère* de Marseille, où il cite *Ammonites macrocephalus* et *Amm. anceps*, ni à celui de Coursegoules et Escragnoles, qui a aussi des Ammonites.

En second lieu, j'ai récolté à chacune de mes visites des couches à Pholadomyes, dans l'assise ferrugineuse *au-dessus de laquelle je n'ai jamais trouvé de fossiles*, un si grand nombre d'exemplaires d'*Anabacia orbulites* Lamouroux spec., in Michelin, de parfaite conservation, que j'ai été bien étonné de ne pas trouver cette espèce mentionnée — à tout le moins comme rare — dans la liste de celles que M. Gourret a reconnues à ce niveau.

Coquand, je l'ai remarqué déjà, a signalé la présence de cette espèce et dans les couches à Pholadomyes et dans les couches bathoniennes à Echinides de Bandol. J'ai moi-même recueilli une certaine quantité d'exemplaires dans les gisements de Puget-Ville et de Forcalqueiret. Or, l'on sait que ce zoophyte est une des espèces caractéristiques du Bathonien supérieur dans le bassin de Paris (1). *Anabacia orbulites* se trouve dans le Bathonien de Meurthe-et-Moselle, dans celui des Ardennes, dans celui de l'Aisne, dans le Pas-de-Calais. A Ranville, il accompagne *Eudesia cardium* et *Acrosalenia spinosa*, etc.

Une autre espèce presque aussi abondante que *Anabacia orbulites* dans nos couches à Pholadomyes, et que je n'ai jamais rencontrée également que dans l'assise ferrugineuse, le plus haut niveau fossilifère des couches appartient également à la Grande Oolithe :

(1) De LAPPARENT, Traité de Géologie, édition de 1885, page 947, où *Anabacia orbulites* est adopté comme un des deux fossiles caractéristiques de la zone supérieure du Bradfordien, pages 962, 963, etc.

Thracia cartaurata Morris et Lyc. M. Gourret ne la cite pas non plus.

Il n'indique comme abondante qu'une seule espèce, qu'il a regardée comme nouvelle et décrite sous le nom de *Pholadomya Hubertina* Gourret (1). C'est précisément la *Pholadomye* qui a servi à étiqueter le niveau et dont on avait jusqu'ici attribué les nombreux échantillons à *Pholadomya carinata* Goldfuss. Ici encore, il m'est impossible d'être de l'avis de mon savant confrère, et avec M. Peron et M. Collot à qui j'ai communiqué beaucoup d'exemplaires de bonne conservation, je vois dans cette espèce, *Pholadomya Murchisoni* Sowerby (in Mæsch. pl. 17, fig. 8, pl. 19, fig. 1 et 7), espèce d'ailleurs très voisine de *Pholadomya carinata* Goldf. Or, les échantillons figurés par Mæsch proviennent des *varians schichten*, c'est-à-dire du Bathonien supérieur de la Suisse. M. Collot m'a déclaré, d'autre part, posséder des exemplaires de cette espèce provenant du Bathonien supérieur de la Côte-d'Or et absolument semblables à ceux de St-Hubert.

En un mot, et sans entrer, pour le moment, dans plus de détails, je crois pouvoir affirmer que la très grande majorité, la presque totalité des espèces que j'ai recueillies, chacune en quantité plus ou moins grande d'exemplaires, dans des recherches multipliées au milieu des couches en discussion, sont bathoniennes. Presque toutes existent déjà au niveau immédiatement inférieur, — franchement bathonien pour tous, — soit à St-Hubert, soit dans les autres gisements des environs de Toulon. Quelques-unes appartiennent déjà au Bajocien.

On rencontre dans les couches à *Pholadomyes*, à la hauteur de l'assise ferrugineuse ou dans ses environs immédiats, un Échinide qui n'y est pas trop rare, et c'est sans doute l'*Échinoderme* que Jaubert a signalé sans le nommer. C'est un *Collyrites*. J'en ai récolté moi-même une douzaine d'exemplaires, et notre collègue, le frère Ubald, a bien voulu m'en communiquer sept autres.

Or, il est absolument impossible d'attribuer ces Oursins, quoique de conservation imparfaite, à l'espèce *elliptica* Des Moulins, qui est surtout callovienne et dont l'un des principaux caractères consiste dans l'ouverture des ambulacres inférieurs vers le milieu de l'espace compris entre les trois autres ambulacres et le périprocte, par conséquent bien au-dessus de ce dernier. Presque tous les échantillons de *Collyrites* recueillis à St-Hubert laissent voir l'ouverture des

(1) Paul GOURRET, Description de quelques espèces Jurassiques de la Basse-Provence. (In *Recueil zoologique Suisse*, tome IV, 1887, n° 2).

ambulacres inférieurs aux côtés immédiats de l'anus. On distingue ce caractère d'une façon évidente sur deux surtout de ceux qui appartiennent au frère Ubald. D'ailleurs, chez tous, la forme générale est beaucoup plus arrondie que dans l'espèce *elliptica*. Ils ne peuvent être attribués qu'à l'espèce *analís* Des Moulins, ou *ovalis* Cotteau, et beaucoup plutôt à la première — qui n'est que bathonienne — à cause du peu d'épaisseur et de renflement de la forme générale.

Je n'ai recueilli, jusqu'ici, qu'un seul autre exemplaire, et encore incomplet, de *Collyrites* dans les couches bathoniennes du niveau inférieur à Echinides. C'est dans l'un des gisements de Folcalqueiret. Les ambulacres postérieurs y sont cependant bien visibles et bien semblables à ceux de *Collyrites analís* et de *Collyrites ovalis*, qui sont les mêmes. Mais la forme générale en est, à l'opposé des *Collyrites* recueillis à St-Hubert, épaisse et renflée, et doit faire attribuer l'échantillon à l'espèce *ovalis*, qui est, comme on le sait, à la fois bathonienne et bajocienne. M. Gourret a été plus heureux que moi et a pu récolter à la Gorguette, près Bandol, le *Collyrites analís*.

En dehors des *Collyrites*, les couches à Pholadomyes n'ont offert, en Échinides, que trois autres échantillons dont deux sont des *Holcotypus* de trop insuffisante conservation, et le troisième, trop médiocre aussi, paraît être cependant *Pseudocidaris Peroni*.

Revenons maintenant au niveau à Echinides sur lequel reposent les couches à Pholadomyes.

On peut en observer les lits fossilifères à gauche comme à droite du *poste Nègre*, c'est-à-dire du point appelé *Pas de Loubière*, où le chemin qui va de Valaury au château de M. le comte Pighetti traverse les bancs compacts.

À l'ouest du *poste Nègre* on peut suivre ces lits presque jusqu'en face du petit hameau appelé *La Mort de Gauthier*, mais le gisement principal est à l'est. L'alternance des marnes et des calcaires marneux à Échinides y est, malgré la végétation, bien visible, jusqu'à plus de 500 mètres. Mais de là à Belgentier, elle est recouverte presque partout par les éboulis des bancs durs qu'elle supporte, et, malgré mes recherches, je n'ai plus retrouvé apparents les lits à Échinides ni dans les environs de ce village, ni dans ceux de Cuers, pas même au-dessous du *pilon St-Clément*, où cependant toutes les assises jurassiques prennent un si grand développement.

Il faut arriver jusqu'à Rocharon pour les retrouver. Au sud de

ce village et au-dessous d'un débris des calcaires compacts, resté isolé dans l'éboulement que ces bancs ont subi dans cette région, j'ai retrouvé des *Lima*, des *Ostrea* de mêmes espèces qu'à St-Hubert, plusieurs *Echinobrissus clunicularis* d'Orbigny, *Holectypus depressus* Agassiz, et un *Acrosalenia pseudodecorata* Cotteau.

Les bancs compacts bathoniens se dressent, de nouveau, en barre continue, à l'est de Rocharon, et couronnent les hauteurs au nord de Puget-Ville, au nord-est de Carnoules et au sud de Garéoult, Forcalqueiret, St-Anastasie et Besse. Ils ne sont plus là, comme à St-Hubert, recouverts par les couches à Pholadomyes qu'on ne retrouve plus dans le Var.

La partie des calcaires compacts qui court au-dessus de Puget-Ville s'appelle du nom spécial de *Thémés*, et c'est sa base marneuse qui forme le gisement, ou plutôt les gisements de Puget-Ville, car on y peut récolter presque partout des fossiles; mais ils sont en bien plus grand nombre sur trois points principaux.

Le premier est à l'extrémité est de la barre de *Thémés*, sur le bord ouest d'un petit torrent qui sort d'une véritable cuvette formée au-dessus par les bancs durs, lorsqu'ils tournent vers le sud. La succession des assises y est, à très peu de chose près, celle de St-Hubert, à l'exception des plus hauts lits où les marnes sont parfois remplacées par des sables jaunâtres.

Mais la faune y est bien différente de celle de St-Hubert. Dans la partie fossilifère inférieure presque pas d'*Ostrea*, mais nombreux exemplaires d'une très petite espèce de *Lima*, celle que d'Orbigny a appelée *hippia*. L'*Eudesia Niedwjedski*, si abondante à Valaury, y devient très rare, mais, en comparaison, on y rencontre bien plus nombreux les échantillons d'*Eudesia cardium*. Les Spongiaires y sont rares, mais on y trouve des Gastropodes, des *Avicula echinata* Sowerby, des *Terebratula globata* Sowerby (in Paléontologie française), une espèce dont la présence est à noter parce qu'on la retrouve dans les couches à Pholadomyes de St-Hubert, des *Pentacrinus Nicoleti* Desor, des *Anabacia orbulites* de petite taille. Les Échinides y sont nombreux, mais on n'y retrouve que quelques rares représentants des espèces de St-Hubert. Ces dernières y sont remplacées par de très abondants *Echinobrissus clunicularis*, presque toujours en mauvais état de conservation, de pas trop rares *Acrosalenia spinosa* Agassiz, presque toujours au contraire très beaux, de rares *Pseudodiadema subcomplanatum* d'Orbigny, et de très rares *Pygaster Peroni* Cotteau. Ce qui semble la caractéristique échinitique de ce gisement est la rencontre d'assez fréquents radioles de *Ciliaris*

Michaleti Cotteau, très rares à St-Hubert, et dont, en dehors de ces deux localités, on n'a retrouvé qu'un seul exemplaire à la *Gorguette*.

La partie supérieure de ce gisement est très pauvre en fossiles. Il ne s'y est offert à moi que deux Oursins, un *Asterocidaris minor* et un *Stomechinus Varusensis* avec d'assez nombreux échantillons de *Terebratula globula* et d'*Anabacia orbulites*.

En suivant la barre de Thémés de l'est à l'ouest, on voit les assises fossilifères pleines, aux endroits dénudés, d'*Eudesia cardium*, d'*Echinobrissus clunicularis* et d'*Holactypus depressus*, mais ces deux espèces d'Échinides y sont, le plus souvent, d'une conservation très médiocre.

On arrive ainsi à un point où un chemin assez large et à bêtes de somme traverse les bancs compacts pour s'engager dans une petite plaine cultivée au-delà d'eux et formant aussi cuvette. Ce chemin vient de Puget-Ville, et le point où il coupe la barre est situé presque juste au-dessus de ce village, et les radioles de *Cidaris meandrina* y sont en telle abondance que tout le monde, dans la contrée, sait qu'on peut y en récolter. C'est le gisement principal de Puget-Ville. L'épaisseur de l'ensemble des couches fossilifères est plus grande qu'à St-Hubert, mais en longueur l'espace où elles sont est bien moindre. Ce qu'elles ont de plus remarquable, en dehors de cette épaisseur, est l'extrême fréquence dû *Cidaris meandrina* dont les radioles commencent à se montrer dans des marnes situées au-dessous d'un premier banc de calcaire compact de près de quatre mètres d'épaisseur, à côté de moins abondants *Echinobrissus clunicularis*, de quelques Gastropodes et de quelques Huitres de mêmes espèces qu'à Valaury, de beaucoup d'*Eudesia cardium* associées à quelques *Terebratula globosa* et à quelques *Rhynchonella concinna* Sowerby.

Fait à retenir : j'ai récolté à ce niveau précis un bon *test* de *Ceromya plicata* Agassiz, dont le moule est assez commun dans les couches à Pholadomyes de St-Hubert.

Le calcaire dur que supportent ces marnes est lui-même lardé de radioles de *Cidaris meandrina*. On les retrouve aussi nombreux dans d'autres marnes qui succèdent à ce calcaire et qui sont très fossilifères. Il y a beaucoup de Gastropodes, des *Mytilus asper* Sow., Morr. et Lyc., des *Lima hippia*, des *Ostrea*, quelques *Eudesia cardium* et de très rares *Eudesia Niedwjedzski*, quelques *Terebratula globata*, d'assez fréquents Bryozoaires et Spongiaires, des *Anabacia orbulites* de petite taille. A part le *Cidaris meandrina*, les Oursins y sont peu abondants. J'y ai récolté de très rares exemplaires de *Cidaris*

bathonica, *Hemicidaris Jauberti*, *Leiosoma Jauberti* et un seul de *Cidaropsis minor* Agassiz, comme d'*Orthopsis Peroni* Cotteau. On rencontre aussi beaucoup d'échantillons de Crinoïdes, mais ils appartiennent tous à *Millericrinus Moricrei*. Il y a cependant un *Pentagonaster* sans doute nouveau.

Au-dessus de ces marnes, qui sont grises et séparées d'elles par un petit banc de calcaire en plaquettes, sont d'autres marnes jaunes et grumeleuses, pleines, elles aussi, de *Cidaris meandrina*. A côté d'eux apparaît, de façon à caractériser un niveau, l'*Acrosalenia pseudodecorata*, dont c'est là un des principaux gisements. Les exemplaires en sont nombreux, bien que la *Paléontologie française*, qui cite l'espèce à Puget-Ville, l'y donne comme assez rare, et presque toujours de bonne conservation. L'*Echinobrissus clunicularis* et l'*Holectypus depressus*, presque toujours déformés, au contraire, y sont également en grand nombre. Il y a de rares *Acrosalenia spinosa*, *Hemicidaris Jauberti*, *Asterocidaris minor*, *Pseudodiadema subcomplanatum*.

Les autres espèces sont les mêmes que dans les marnes les plus inférieures, à l'exception du *Pecten silenus* d'Orbigny, qui est de la même variété que dans les couches à *Pholadomyes* de St-Hubert.

Enfin, on trouve encore le *Cidaris meandrina* à la base même des bancs compacts avec assez de représentants de *Stomechinus Varusensis*, dont j'ai recueilli là de très beaux exemplaires.

Ce gisement est connu depuis longtemps, et c'est là, sans doute, qu'ont été recueillis *Galeroclypeus Peroni* Cotteau, *Acrosalenia Berthelini* Cotteau, et *Orthopsis Varusensis* Cotteau, que la *Paléontologie française* ne cite qu'à Puget-Ville, et que je n'y ai jamais pu récolter, malgré de longues recherches, pas plus que d'autres trouvées ailleurs et que la *Paléontologie* cite aussi à Puget-Ville : *Pseudocidaris Peroni*, *Pseudodiadema Peroni*, *Stomechinus Peroni*.

En avançant encore vers l'ouest, on rencontre, le long de la barre de *Thémés*, un dernier gisement au point extrême où les bancs, perdant leur alignement, font assez brusquement un angle sud-ouest. La barre change là de nom et devient la barre du *Cros-de-Maurier*. Les assises fossilifères sont, à ce gisement, bien moins épaisses qu'au précédent, et les fossiles sont en bien moins grand nombre. Les espèces y sont à peu près les mêmes, surtout en ce qui regarde les Échinides, mais le *Cidaris meandrina* n'y est plus abondant. Au niveau le plus bas, j'ai récolté deux autres *Cidaropsis minor*. Ce qui distingue ce gisement, c'est que la dénudation y a une prise complète. Il m'a offert un exemplaire de *Pholadomya*

Murchisoni absolument identique à ceux des couches à *Pholadomyes*, deux *Goniomya angulifera* Sowerby, et quelques exemplaires de *Pecten Hedonia* d'Orbigny.

A partir de là, les couches bathoniennes s'abaissent d'abord insensiblement, puis bientôt d'une façon tout à fait nette au sud-ouest, et descendent jusqu'au niveau de la route qui va de Rocharon à Forcalqueiret, et présentent alors, au milieu de plusieurs failles, cinq gisements principaux qui ont aussi leur importance.

Je signale le premier à un point qui servira de repère, et qui est l'ancienne verrerie, aujourd'hui simple bergerie Sauzède. Elle est sur le bord de la route, à droite en allant à Forcalqueiret. En face la bergerie, du côté sud, on voit les bancs compacts descendre, à angle de 30 à 35 degrés, de la barre du *Cros-de-Maunier*. Ils s'enfoncent dans le sol et disparaissent à gauche de la route. Au pied de ces bancs, et en concordance parfaite, les assises marneuses, assez dénudées, offrent des *Acrosalenia pseudodecorata* assez abondants, de rares *Hemicidaris Jauberti* et *Asterocidaris minor*. J'y ai récolté encore un *Cidaropsis minor*. L'espèce de Crinoïde déjà signalée à Puget-Ville, *Millericrinus Morierei* y est commune. Commune aussi l'espèce de *Lima hippia* d'Orbigny — *duplicata* Sowerby, déjà aussi indiquée à Puget-Ville.

De l'autre côté de la route, les bancs compacts et les lits marneux à Échinides, avant de disparaître sous les couches bajociennes ou la terre végétale qui les y recouvre, présentent un nouveau gisement où l'on peut recueillir en abondance les radioles de *Cidaris meandrina* comme aussi l'*Echinobrissus clunicularis* et l'*Holcotypus depressus*. Ces deux dernières espèces sont là de meilleure conservation que partout ailleurs. *Lima hippia* y foisonne ainsi que deux Modioles, *Modiola cuneata* Sowerby, et *Modiola Lonsdalei* Morris et Lycett. On y voit encore une multitude de jeunes *Pecten silenus*. Le bas des assises m'a fourni quelques jeunes exemplaires d'Ammonites que je n'ai pu rapporter qu'à *Ammonites zigzag* d'Orbigny, et *Ammonites biflexuosus* d'Orbigny, et avec eux l'échantillon incomplet de *Collyrites* que j'ai rapproché de ceux des couches à *Pholadomyes* et que je crois être l'espèce *ovalis*.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans ce gisement, et ce qui me fait le différencier du précédent dont il semble cependant être la suite, puisqu'il en est si rapproché, c'est qu'on trouve dans les plus hauts des lits fossilifères d'assez nombreux et bons *Acrosalenia spinosa* qu'on ne rencontre que bien plus rarement dans les autres gisements.

Je crois maintenant devoir signaler à mi-hauteur du trajet que parcourent les couches bathoniennes pour descendre des hauteurs de *Cros-de-Maunier* à la bergerie *Sauzède* et à la route de Forcalqueiret, un point aussi remarquable que le gisement principal de Puget Ville par son extrême abondance de *Cidaris meandrina*, mais où ces radioles atteignent un développement considérable et parfois relativement énorme. Il n'y a avec eux d'autre Échinide que de très rares *Hemicidaris Jauberti*, mais de taille encore extraordinairement grande. Les autres espèces sont d'abord de bons Gastropodes, mais en très petit nombre, beaucoup de *Lima hippia*, *Modiola*, *Pecten silenus*, tous de très petite taille, de rares mais très beaux *Mytilus asper*, et beaucoup d'*Eudesia cardium*.

Il y a encore, dans cette région, deux gisements à reconnaître. L'un est sur le bord aussi de la route, du même côté que la bergerie Sauzède et à une centaine de mètres environ en allant vers Forcalqueiret. C'est un des plus notables à cause de deux espèces d'Échinides qu'il renferme. La première, malheureusement d'une grande rareté, est *Pseudodiadema Peroni* Cotteau; l'autre, qui nous est déjà connue, *Hemicidaris Jauberti*, est ici plus abondante et de meilleure conservation que partout ailleurs. Il y a aussi des radioles, mais rares, de *Cidaris meandrina*, et avec ces Oursins, beaucoup de Gastropodes et des *Anabucia orbulites* de petite taille. Il y a à signaler à part, dans ce gisement, *Terebratulula circumdata* Deslongchamps, que nous retrouvons dans les couches à Pholadomyes, et qui est ici associé à de nombreux *Terebratulula globata*.

Si ce gisement pouvait s'appeler le gisement à *Hemicidaris Jauberti* et à *Pseudodiadema Peroni*, le dernier, qui se trouve presque sous les ruines du château de Forcalqueiret, pourrait être le gisement à Gastropodes et à *Orthopsis Peroni* Cotteau. Les Gastropodes y abondent, et c'est sur ce point que j'ai recueilli la plupart des espèces signalées dans l'ouvrage, déjà cité, de M. Cossmann sur les Gastropodes bathoniens. Ils sont associés à trois espèces d'Oursins : *Orthopsis Peroni*, espèce d'une très grande rareté dont j'ai récolté là plusieurs exemplaires, *Acrosalenia pseudodecorata*, dont les représentants sont assez communs et de bonne conservation; enfin, et au plus haut niveau, quelques *Stomechinus Varusensis* de très petite taille, mais de belle conservation. Dans toute l'épaisseur des lits beaucoup de *Millericrinus Morierei*, beaucoup de Bivalves, surtout de *Modiola* des deux espèces, et un très grand nombre de *Terebratulula globata* et *Rhynchonella concinna*.

Dès 1859, Jaubert avait publié un *Essai sur la constitution géologique des terrains du littoral entre St-Nazaire et Bandol*, avec une carte et des coupes, mais il ne s'y occupait guère que de la faune bajocienne et n'y distinguait pas d'ailleurs la Grande Oolithe de l'Oolithe inférieure.

En 1862, Dumortier fit d'une façon bien nette cette distinction dans une note envoyée à la Société géologique de France et lue dans la séance du 28 avril de cette même année. Dumortier y énumère les principales espèces rencontrées par lui dans la Grande Oolithe de Gazielle, près Bandol. C'est le nom d'une ferme située au quartier de la Gorguette. Il n'y cite, avec des radioles de formes variées, que deux tests d'Échinides : un *Cidaris*... qu'il décrit soigneusement, et qui est devenu depuis *Diplocidaris Dumortieri* Cotteau, et un *Pseudodiadema* qu'il dit très rapproché du *P. Wrightii* Cotteau, et qui est peut-être *Pseudodiadema Peroni*.

M. Gourret, dans son travail indiqué plus haut, a décrit d'une façon si exacte cette région où, d'autre part, la dureté des assises rend la dénudation très lente et par suite si difficile la reconnaissance d'autres espèces que celles récoltées une première fois, que je me bornerai à de très petites additions à ce travail, au point de vue spécial des Échinides.

Dans les couches les plus profondes où M. Gourret ne signale aucun Oursin, j'ai récolté trois radioles très déterminables de *Rhabdocidaris copeoides* Desor.

Dans les couches moyennes, M. Gourret cite :

<i>Collyrites analis</i> , rare.	<i>Asterocidaris minor</i> , rare.
<i>Cidaris meandrina</i> , assez commun.	<i>Leiosoma Jauberti</i> , très rare.
<i>Rhabdocidaris horrida</i> , assez comm.	<i>Stomechinus Schlumbergeri</i> , rare.
<i>Diplocidaris Dumortieri</i> , assez rare.	

J'ai recueilli, moi-même, dans ces couches, toutes ces espèces, moins la première et la dernière, et, en outre, des radioles en petit nombre de cette même espèce de *Cidaris* ou *Rhabdocidaris* indiquée déjà à St-Hubert comme nouvelle, quelques autres très rares de *Cidaris bathonica* et enfin deux *Magnosia Peroni*.

M. Jacquinet y a récolté un radiole de bonne conservation de *Cidaris Michaleti*.

Les couches supérieures sont bien, comme le dit M. Gourret, péttries, par places, de radioles d'Oursins, mais il est absolument impossible de reconnaître sûrement une seule espèce.

Le gisement de la Galère, d'un accès malheureusement très diffi-

EXTRAIT DU REGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. (*Décret du 12 décembre 1873*). (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. (*Art. 42 du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre 1871*).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1^{er} et 3^e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1 18 ^e	6	10	4	2
21	18	18	22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le Jeudi 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1893

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. LÉON JANET.

Archiviste : M. TRÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.

M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.

M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 1-4

(T. XXIII).

H. ARCTOWSKI. — <i>Étude de l'érosion dans le plateau ardennais</i> avec 5 figures dans le texte	3
Ph. GLANGEAUD. — <i>Le Lias et le Jurassique moyen en bordure à l'ouest du Plateau central</i> avec 5 figures dans le texte.	10
Ed. HARLÉ. — <i>Restes d'Hyènes rayées de la brèche d'Es-Taliens à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées)</i> avec 4 figures dans le texte	14
MICHALET. — <i>Le Bathonien des environs de Toulon et ses Échinides. Description d'un nouveau genre Heleropedina</i>	50

Le Secrétaire-Gérant,

L. CAYEUX.

cile, offre beaucoup d'intérêt. Il est situé sur le bord de la mer, entre Bandol et St-Cyr, mais plus près de ce dernier village. Au-delà d'un petit tunnel situé non loin, à l'est de la station de St-Cyr, on reconnaît successivement les couches du Trias, du Lias et du Bajocien inclinées de l'ouest à l'est. Leur épaisseur, surtout celle du Bajocien, est très réduite et l'inclinaison augmente peu à peu de façon à être d'environ 45° quand on arrive au Bathonien.

On distingue dans les couches bathoniennes de la Galère quatre assises bien différentes à tous les points de vue. La plus profonde consiste en marnes d'un gris bleuâtre, pleines de petites *Ostrea* de même espèce qu'à St-Hubert, avec débris de *Diplocidar* *Dumortieri* et radioles de *Cidar* *meandrina*.

Arrive ensuite un calcaire dur, jaune rougeâtre, renfermant encore *Cidar* *meandrina*. Il est relativement bien plus épais que les marnes.

Une assise très remarquable par son faciès oolithique repose sur ce calcaire. A Forcalqueiret et surtout à Puget-Ville, les assises bathoniennes offrent parfois, plus ou moins, ce même faciès. Mais nulle part, dans les environs de Toulon, il n'est plus complet qu'ici. Cette assise, d'un mètre environ, contient beaucoup de Spongiaires d'une très belle conservation, beaucoup de *Lima hippia*, très belles également, ainsi que quelques *Nerita minuta* Sowerby, avec des débris sans nombre de petits fossiles, principalement de Gastropodes. Je n'y ai reconnu que deux espèces d'Echinides : *Cidar* *meandrina*, assez commun, et *Echinobrissus clunicularis*, très rare. Deux Crinoïdes y sont assez abondants, surtout le premier : *Milleri-crinus Morieri* et *Pentacrinus Nicoleti*.

Sur cette assise reposent d'autres calcaires gris et jaunes, très fossilifères, quoique peut-être un peu moins que les couches moyennes de la Gorguette. La faune y est, dans son ensemble, la même qu'à ce point, mais il y a plus d'Oursins et ils y sont d'une très belle conservation. Voici la liste des espèces que j'ai récoltées :

Cidar *meandrina*, abondant.

Cidar *bathonica*, abondant.

Cidar ou *Rhabdocidar* sp. nov.,
rare et toujours incomplet.

Rhabdocidar *horrida*, pas trop rare.

Diplocidar *Dumortieri*, nombreux
et parfois très grands fragments.

Pseudodiadema Peroni, rare.

Polycyphus Jauberti, rare.

Les espèces autres que les Échinides sont aussi, en général, d'une belle conservation. A noter la présence, au milieu de plusieurs autres espèces de Gastropodes, de l'espèce nouvelle *Neritopsis Michaleti* Cossmann.

Toutes ces diverses assises, et en particulier les plus hautes, sont très difficiles à atteindre, outre qu'elles sont, comme celles de *la Gorguette*, d'une dureté à décourager le ciseau. On trouve quelquefois sur le rivage des blocs détachés, depuis peu, des couches fossilifères, la récolte des fossiles est alors moins laborieuse, quoique leur extraction exige toujours un travail long et délicat.

Il me reste à signaler, aux environs immédiats de Toulon, dans la vallée de Dardennes, les alentours du fort des Pommets, et en particulier la propriété du Nest. En 1866, Dieulafait a signalé le Bathonien de ce point dans une très intéressante coupe publiée dans le *Bulletin de la Société Géologique* (1). Dans l'explication de sa coupe, il ne cite aucun Échinide et se contente d'énumérer, comme il le fait pour les autres horizons, quelques espèces caractéristiques de la grande Oolithe. J'ai cependant recueilli dans la propriété du Nest le plus bel exemplaire que je possède de *Pseudocidaris Peroni*, quelques *Asterocidaris minor*, un *Acrosalenia spinosa*, et d'assez nombreux *Echinobrissus clunicularis*, le tout dans les couches marneuses qui supportent les calcaires compacts supérieurs.

Dans le fond de ces couches on rencontre, abondante, une espèce de Térébratule qui ne s'est offerte à moi, ni à aucun autre de nos gisements bathoniens, ni même à aucun autre niveau jurassique des environs de Toulon, et qui a été décrite, en 1873, dans la *Paléontologie française* par E. Deslongchamps, sous le nom de *Terebratula (Epithyris) provincialis*.

Ce savant n'a eu à sa disposition, il le mentionne dans sa description, qu'un petit nombre d'échantillons, la plupart en assez mauvais état, provenant tous de Cuers ou de Bandol, et qui lui avaient été communiqués par Jaubert, Dieulafait, Coquand. Mais surtout, les renseignements stratigraphiques fournis à Deslongchamps sur ces échantillons étaient très vagues, et ce n'est qu'en s'appuyant sur la couleur du test et de la gangue qu'il a cru devoir attribuer lui-même l'espèce à l'Oolithe inférieure.

L'assise du Nest où j'ai récolté de nombreux exemplaires de *Terebratula provincialis* Deslongchamps, dont quelques uns en parfait état de conservation, me paraît devoir être rapportée certainement au Bathonien. Il est utile, d'ailleurs, de rappeler, à propos du niveau précis de cette espèce, que Jaubert n'a pas distingué dans son *Essai sur la constitution géologique des terrains du littoral entre St-Nazaire et Bandol* la Grande Oolithe de l'Oolithe inférieure et a

(1) 2^e Sér., tome 23, page 463.

décrit comme appartenant à ce dernier niveau les couches bathoniennes de *la Galère*.

Voici, maintenant, la liste générale des espèces, avec leur fréquence et leurs localités spéciales :

Collyrites analis Des Moulins. La *Paléontologie Française* ne signale pas cette espèce dans le Var.

M. Gourret l'indique rare à *la Gorguette*.

J'en ai rencontré assez d'exemplaires dans les couches à *Pholadomyes* de St Hubert.

Collyrites ovalis Des Moulins. La *Paléontologie Française* ne signale pas non plus cette espèce dans le Var.

J'en ai rencontré un exemplaire à Forcalqueiret.

Echinobrissus clunicularis Llhwyd. Abondante à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

J'en ai rencontré quelques exemplaires à Rocharon, de nombreux représentants à Puget-Ville et à Forcalqueiret, de rares à *la Galère*, de pas trop rares au *Nest*, dans la vallée de Dardennes.

Galerochypeus Peroni Cotteau. Très rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai jamais rencontrée.

Holactypus depressus Agassiz. La *Paléontologie Française* ne la signale pas dans le Var.

J'en ai rencontré quelques exemplaires à Rocharon, et d'abondants à Puget-Ville et à Forcalqueiret.

Pygaster Peroni Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai rencontrée qu'à Puget-Ville, aussi très rare.

Cidaris meandrina Agassiz. Assez commune à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

M. Gourret la signale assez rare à *la Gorguette*. Je l'ai rencontrée, rare, à Valaury. Jaubert la cite à Valaury, et il ajoute que les radioles y sont plus petits qu'à Puget-Ville, où il les dit abondants et de plus grosse taille.

Je l'ai recueillie extrêmement abondante à Puget-Ville et à Forcalqueiret, rare à *la Gorguette*, commune à *la Galère*.

Cidaris bathonica Cotteau. La *Paléontologie Française* ne signale pas cette espèce dans le Var.

Je l'ai rencontrée assez rare à Valaury, rare à Puget-Ville, pas trop rare à la *Gorguette*, commune à la *Galère*.

Cidaris Michaleti Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).

C'est de moi que Cotteau tenait les quelques exemplaires avec lesquels il a fait cette espèce en 1885.

Depuis je l'ai rencontrée pas trop rare à Puget-Ville.

M. Jacquinet en a recueilli un bon exemplaire à la *Gorguette*.

Cidaris ou *Rhabdocidaris*, species nova. J'ai rencontré cette espèce rare à Valaury, à la *Gorguette* et à la *Galère*.

Rhabdocidaris copeoides Agassiz. La *Paléontologie Française* ne signale pas cette espèce dans le Var.

J'en ai rencontré trois exemplaires à la *Gorguette*.

Rhabdocidaris horrida de Loriol. La *Paléontologie Française* signale cette espèce à la *Gorguette* et à Belgentier (Var), mais la fait bajocienne, sans l'indiquer fréquente ou rare.

M. Gourret la cite à St-Hubert et la dit assez commune à la *Gorguette*.

Je l'ai rencontrée rare à Valaury et à la *Gorguette*, et pas trop rare à la *Galère*.

Diplocidaris Dumortieri Cotteau. Assez rare à Valaury et à la *Gorguette* (*Paléontologie Française*).

M. Gournet : rare à la *Gorguette*.

Je l'ai rencontrée assez commune à Valaury, rare à la *Gorguette*, abondante à la *Galère*.

Acrosalenia Berthelini Cotteau. Rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai jamais rencontrée.

Acrosalenia spinosa Agassiz. La *Paléontologie* la signale à Puget-Ville, sans parler de sa fréquence ou de sa rareté. Je l'ai rencontrée assez abondante à Puget-Ville et à Forcalqueiret. J'en ai recueilli un exemplaire au *Nest*.

Acrosalenia pseudodecorata Cotteau. Assez rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*). J'en ai rencontré un exemplaire à Rochabron, et de nombreux à Puget-Ville et à Forcalqueiret.

Pseudocidaris Peroni Cotteau. Rare à Valaury et à Puget-Ville (*Paléontologie Française*). Je l'ai rencontrée assez commune à

Valaury, surtout en exemplaires jeunes ; j'en ai recueilli *au Nest* un très bel échantillon.

Hemicidaris Jauberti Cotteau. Assez rare à Valaury et à Puget-Ville (*Paléontologie Française*). Je l'ai rencontrée assez rare à Valaury et à Puget-Ville, mais assez abondante à Forcalqueiret.

Asterocidaris minor Cotteau. Assez commune à Valaury (*Paléontologie Française*). M. Gourret l'indique rare à *la Gorguette*.

Je l'ai rencontrée assez abondante à Valaury, surtout en échantillons jeunes, rare à Puget-Ville, à Forcalqueiret, à *la Gorguette*. J'en ai recueilli quelques exemplaires *au Nest*.

Pseudodiadema Peroni Cotteau. Très rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je l'ai rencontrée rare à Forcalqueiret et à *la Galère*.

Pseudodiadema subcomplanatum Desor, species. La *Paléontologie* ne signale pas l'espèce dans le Var.

Je l'ai rencontrée rare à Puget-Ville.

Cidaropsis minor Agassiz, sub *Hemicidaris*. Assez rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je l'ai rencontrée rare à Puget-Ville, très rare à Forcalqueiret.

Heteropedina Moteti Michalet, 1895. Valaury, un seul exemplaire.

Orthopsis Peroni Cotteau. Rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je l'ai rencontrée très rare à Puget-Ville, assez rare à Forcalqueiret.

Orthopsis Varusensis Cotteau. Très rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai jamais rencontrée à aucun de nos gisements.

Leiosoma Jauberti Cotteau. La *Paléontologie* la signale à Valaury, sans rien ajouter sur sa fréquence ou sa rareté.

Je l'ai rencontrée assez fréquente à Valaury, rare à Puget-Ville ; M. Gouret l'indique très rare à *la Gorguette*, où je l'ai aussi rencontrée très rare.

Magnosia Peroni Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).

Je l'ai rencontrée à Valaury très rare et j'en ai aussi recueilli deux exemplaires à *la Gorguette*,

Stomechinus Varusensis Cotteau. (Ancien *Polycyphus Varusensis* Cotteau). Rare à Puget-Ville (*Paléontologie Française*).

Je l'ai rencontrée très rare à Valaury, pas trop rare à Puget-Ville et à Forcalqueiret.

Stomechinus Peroni Cotteau. Très rare à Puget-Ville et à Valaury (*Paléontologie Française*).

J'en ai rencontré un seul exemplaire à Valaury.

Stomechinus Schlumbergeri Cotteau. Assez commune à Valaury (*Paléontologie Française*).

M. Gourret l'indique rare à la Gorguette.

Je ne l'ai rencontrée nulle part.

Stomechinus Michelini Cotteau. La *Paléontologie Française* ne la signale aux environs de Toulon que pour le fragment d'exemplaire que j'ai recueilli à Valaury.

Polycyphus Jauberti Cotteau. Très rare à Valaury (*Paléontologie Française*).

Je ne l'ai rencontrée qu'à la Galère, où j'en ai recueilli deux exemplaires.

Il me reste à bien préciser le niveau auquel doivent être rattachés les divers gisements dont nous venons d'étudier si minutieusement la faune échinitique.

La question me paraît résolue par la nomenclature de cette faune elle-même, où l'on rencontre, avec d'autres moins significatives, les espèces :

Echinobrissus clunicularis Lhwyd. *Acrosalenia spinosa* Agassiz.
Holcetypus depressus Agassiz.

dont les deux premières sont d'une très grande abondance, et la dernière assez commune dans nos gisements.

Si l'on y ajoute les espèces autres qu'Echinides :

Elygmus polytypus Deslongchamps. *Eudesia cardium* Lamark.
Pecten vagans Sowerby. *Eudesia Niedzwiedskii* Szanajcha.
Lima cardiformis Morris et Lycett. *Dictyothyris coarctata* Parkinson.
Avicula echinata Sowerby.

que l'on rencontre également plus ou moins fréquentes dans ces gisements, il ne peut plus rester absolument aucun doute. Toutes ces espèces soit d'Echinides, soit de Pelecypodes ou de Brachiopodes se retrouvent tantôt dans le Bradford-Clay, tantôt dans le Cornbrash. Si donc l'on n'admet, dans le Bathonien, que les deux grandes divi-

sions, si rationnelles, de M. Lapparent, évidemment tous nos gisements des environs de Toulon appartiennent au Bradfordien ou Bathonien supérieur.

L'*Anabacia orbulites*, une des espèces données comme caractéristiques de ce niveau, se rencontre, je l'ai fait remarquer déjà, dans presque tous nos gisements.

Et d'ailleurs, s'il n'y a pas toujours toutes les mêmes espèces à chacun d'eux, un seul coup d'œil sur l'ensemble de la faune suffit pour reconnaître que toutes les espèces sont dans une connexité indivisible, signe d'une contemporanéité indiscutable.

On n'y peut faire véritablement aucune distinction de niveau autre que celle que j'ai essayé d'observer pour les espèces d'Échinides, qui est loin d'être absolue, et qui n'a qu'une importance tout à fait secondaire.

Le Vésulien ou Bathonien inférieur serait représenté par les couches à Ammonites, et les Échinides y feraient la séparation dans le haut.

Genre HETEROPEDINA Michalet.

Test de taille moyenne, arrondi, subhémisphérique, à dessous plat.

Zones porifères étroites, droites, composées de paires de pores simples, directement superposées et n'ayant qu'une légère tendance à dévier de la ligne droite aux approches du péristome ; une paire de pores seulement sur chaque plaque ambulacraire, entourée d'un léger bourrelet ; les pores sont petits, ronds, un peu obliques l'un par rapport à l'autre et séparés par une barrette formant saillie.

Aires ambulacraires étroites, s'élargissant légèrement à l'ambitus et à la face inférieure, garnies, depuis le péristome jusqu'à l'ambitus, de deux rangées de tubercules de grosseur médiocre, mamelonnés, perforés, très finement crénelés, au nombre de six par série, dans les intervalles desquels se trouvent quelques rares granules. Audessus de l'ambitus, ces tubercules principaux disparaissent brusquement et les aires ambulacraires ne sont plus garnies que de granules fins, peu nombreux, inégaux et irrégulièrement disposés.

Aires interambulacraires larges, garnies, à la face inférieure, de tubercules nombreux, semblables à ceux des aires ambulacraires, mamelonnés et perforés, sur la plupart desquels on aperçoit de fines crénelures. Sur chaque assule il existe cinq ou six tubercules groupés un peu irrégulièrement et n'ayant qu'une vague tendance

à se ranger en séries linéaires. Au-dessus de l'ambitus, les ossules ne sont plus occupées que par un seul tubercule principal plus gros que ceux de l'ambitus, occupant le tiers inférieur de l'assule, perforé, non scrobiculé et ne paraissant pas crénelé. Toutefois, notre seul exemplaire n'étant pas d'une conservation parfaite, nous ne saurions affirmer sûrement la complète absence de crénelures. Ces tubercules principaux, au nombre de deux ou trois seulement par série, sont entourés d'un essaim de petits granules fins, inégaux, quelques-uns paraissant mamelonnés et perforés, groupés irrégulièrement autour et très près du tubercule, en laissant à nu tout le pourtour des plaques.

Péristome circulaire, assez grand, à fleur de test, marqué d'entailles peu profondes.

Appareil apical inconnu, laissant une empreinte assez grande, pentagonale.

Le nouveau genre *Heteropedina*, tel que nous le connaissons d'après l'unique exemplaire ici décrit, semble devoir être placé dans la famille des Diadématidées, au voisinage des *Hemipedina*.

Il se distingue de ce dernier genre par ses tubercules inférieurs légèrement crénelés, nombreux à la face inférieure et disparaissant au-dessus de l'ambitus où ne subsistent plus que les gros tubercules interambulacraires, par l'absence de tubercules secondaires, par ses granules beaucoup moins abondants et laissant des espaces lisses au pourtour des plaques.

L'aspect général de notre Oursin est très différent de celui de tous les *Hemipedina* connus.

Sous le rapport de l'aspect général et par la disposition des tubercules nombreux à la face inférieure, mais disparaissant au-dessus de l'ambitus, notre nouveau genre se rapproche des *Pseudopedina*, et notamment du *Pseudopedina Bakeri* Wright, mais il s'éloigne de ce genre par ses zones porifères droites et non disposées en triples paires, caractère de premier ordre qui a fait placer les *Pseudopedina* dans la famille des Echinidées.

Voisin des *Hemicidaris* par la disposition des gros tubercules de la base des aires ambulacraires, il s'en distingue par ses tubercules interambulacraires ne paraissant pas crénelés, plus petits et non scrobiculés, par la zone miliare plus large et plus dénudée, et par la présence de simples granules rares et disséminés dans la partie supérieure des aires ambulacraires.

La dénudation de la zone miliare rapproche notre Oursin des *Asterocidaris* que l'on trouve dans le même terrain, mais ces derniers

ont des tubercules en lignes régulières du péristome au périprocte et pas plus nombreux au-dessous qu'au-dessus de l'ambitus; en outre, ces tubercules sont scrobiculés et nettement crénelés, les granules sont tout autrement disposés et plus nombreux, etc.

Si plus tard, à l'aide de nouveaux matériaux, il était reconnu que les gros tubercules montrent de réelles crénelures, c'est dans la famille des Salénidés et dans le voisinage des *Acrosalenia* que notre Oursin pourrait être placé; mais il resterait pour le distinguer de ces derniers la multiplication des tubercules principaux interambulacraires à la face inférieure, l'absence de scrobicules autour des gros tubercules, le groupement insolite des granules autour de ces tubercules et la nudité remarquable de la zone miliaire.

Dans ces conditions, et bien que nous ne soyons en possession que d'un spécimen unique et un peu déformé, nous croyons utile de créer pour lui une nouvelle coupe générique sous le nom provisoire de *Heteropedina*.

HETEROPEDINA MOTETI Michalet.

Exemplaire unique, mesurant 20 millimètres de diamètre à la face inférieure, de forme sub-hémisphérique autant qu'on en peut juger d'après l'exemplaire, qui est un peu écrasé.

Zones porifères simples, étroites, rectilignes, composées de paires de pores directement superposées et ne déviant de la ligne droite que très légèrement aux approches du péristome. Pores ronds, simples, obliquement placés l'un par rapport à l'autre et séparés dans chaque paire par un seuil étroit et saillant; chaque paire est entourée d'un léger bourrelet ovale.

Aires ambulacraires étroites, égales, diminuant peu de largeur aux approches du sommet; garnies, à la face inférieure, depuis le péristome jusqu'à l'ambitus, d'une double rangée de tubercules perforés, très finement crénelés, légèrement scrobiculés, n'admettant entre eux que quelques rares granules. Au-dessus de l'ambitus ces tubercules disparaissent et sont remplacés seulement par quelques granules très fins qui semblent eux-mêmes disparaître aux approches du sommet.

Aires interambulacraires larges, garnies à la face inférieure, jusqu'à l'ambitus, de tubercules nombreux, médiocrement développés, semblables à ceux des aires ambulacraires, et, comme eux, perforés, finement crénelés et mamelonnés. Ces tubercules, assez irrégulièrement disposés, sont au nombre de cinq ou six sur chaque plaque

et sensiblement disposés par trois, sans former des rangées régulières. Au-dessus de l'ambitus ces tubercules disparaissent, et il ne subsiste dans chaque aire que deux rangées de tubercules un peu plus gros, perforés, ne paraissant ni crénelés, ni scrobiculés, espacés, au nombre de deux ou trois seulement dans chaque rangée, situés au tiers inférieur des plaques. Autour de ces tubercules se



groupe un essaim de granules très fins, inégaux et irrégulièrement disposés, quelques-uns paraissant mamelonés. Ces granules sont localisés dans un court rayon autour des tubercules et le pourtour des plaques reste nu.

Face inférieure plane. Péristome assez grand, s'ouvrant à fleur de test, marqué d'entailles peu profondes.

Appareil apical inconnu, laissant une empreinte grande, subpentagonale.

Nous ne connaissons aucun Oursin qui puisse être confondu avec l'*Heteropedina Moteti*. Par

l'aspect dénudé de sa face supérieure, il a une certaine analogie avec l'*Hemipedina Guerangeri* Cotteau, mais il s'en sépare nettement par ses tubercules multiples à la partie inférieure et disparaissant à la face supérieure, aussi bien dans les aires ambulacraires que dans les interambulacraires. Les granules sont, en outre, tout autrement groupés et les tubercules inférieurs sont légèrement crénelés.

Voisin du *Cidaropsis minor* Agassiz, par la disposition des tubercules, il s'en distingue par ses ambulacres non flexueux, par son aspect moins granuleux, par ses tubercules de la base finement crénelés.

On peut enfin rapprocher notre Oursin de l'*Asterocidaritis minor*

Cotteau, dont il a les zones miliaires larges et dénudées, et les tubercules crénelés et perforés de la base. Mais dans l'*Asterocidaris minor*, ces tubercules sont, au-dessus de l'ambitus, remplacés par de simples granules non perforés. En outre, les granules secondaires qui accompagnent ces granules principaux sont plus gros, moins nombreux et tout autrement disposés.

GISEMENT : Bathonien supérieur. Couches à Echinides de St-Hubert, près Solliès-Toucas (Var). J'ai dédié l'espèce à mon beau-frère Motet, chef de gare de la Compagnie Sud-France, qui m'accompagnait dans une excursion aux couches bathoniennes de Valaury, et a récolté lui-même notre si intéressant Oursin.

EXPLICATION DES FIGURES

Figure 1. — *Heteropedina Moteti* vu en dessus (grandeur naturelle).

- | | | |
|------|---|--|
| » 2. | » | » vu sur la face inférieure. (id). |
| » 3. | » | » aire ambulacraire grossie (grandi 1 fois 1/2). |
| » 4. | » | » aire interambulacraire grossie (id). |
| » 5. | » | » détail d'un tubercule de la face inférieure (grandi 3 fois). |
-

STRUCTURE GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE

DE L'ARCHIPEL BALÉAIRE (1);

par M. H. NOLAN (2).

Les Baléares prolongent vers l'est les avancées extrêmes de la péninsule ibérique dans la Méditerranée occidentale.

En raison de cette situation géographique, il était intéressant de rechercher si la structure plissée des terrains secondaires, qui, en Espagne, bordent le plateau central primaire de la Cordillère bétique pouvait être suivie à travers l'archipel, et, dans l'affirmative, quelles modifications subissaient les ridements continentaux à mesure qu'ils se dirigeaient plus loin vers l'Orient.

Or, de l'ensemble des observations de Bouvy, d'Hermite, de celles de MM. Vidal, Molina, Lozano, et aussi des miennes, il ressort : que *la structure plissée et faillée est un caractère général de la tectonique des Baléares* et que, pour chaque île en particulier, elle peut être résumée de la façon suivante :

I. — Minorque.

Minorque, dont l'étude géologique détaillée fut l'œuvre d'Hermite, comporte, ainsi que l'a montré ce regretté savant, deux parties bien distinctes séparées par une ligne N.O.-S.E., tirée du golfe d'Algairons à la Mola du port de Mahon.

Au nord de cette limite, les terrains primaires et secondaires plissés affleurent seuls ; au sud s'étend un plateau tertiaire, à strates presque constamment horizontales, formé de calcaires miocènes à Clypéastres (Burdigalien).

Cette dernière région très uniforme et dont les sédiments contien-

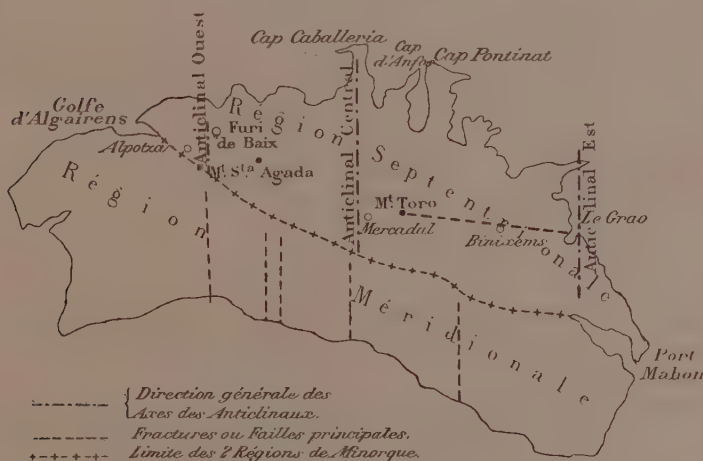
(1) Note présentée à la séance du 18 février 1895 ; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 13 avril 1895.

(2) Cette note a été commencée à la Sorbonne sous la direction de M. Munier-Chalmas. Elle a été achevée à la Faculté de Grenoble, où M. le professeur Kilian a bien voulu en discuter les éléments et, par ses conseils, en faciliter la rédaction.

nent une faune littorale, doit être probablement considérée comme ayant appartenu à une partie de la mer miocène dont le rivage suivait la démarcation précédemment indiquée.

Hermite, qui a émis cette opinion, a prouvé que les calcaires tertiaires reposent en *discordance* indifféremment sur l'un ou l'autre des terrains secondaires dont l'ensemble constitue la région nord, et qu'en outre, on recueille à la base de ce Miocène des *galets* arrachés surtout aux assises du Dévonien et du Trias, qui constituaient alors la ligne côtière.

Fig. 1. — Minorque. Échelle de $\frac{1}{500000}$



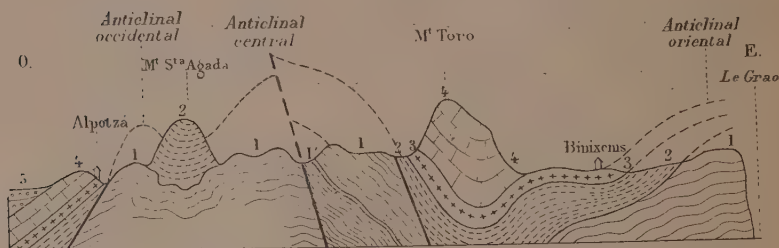
Les résultats négatifs qu'a fournis depuis lors la recherche de lambeaux miocènes parmi les accidents topographiques qui sillonnent la partie ancienne de Minorque, tendent à confirmer la précédente hypothèse : La mer miocène n'aurait donc, dans ce cas, recouvert que la moitié méridionale de l'île, dont le nord lui servait de rivage jusqu'au moment où des mouvements de faible amplitude auraient soulevé les calcaires à Clypéastres à une altitude peu différente de celles où ils se tiennent aujourd'hui.

La moitié septentrionale de Minorque, très tourmentée, se montre (fig. 1 et fig. 2) composée d'un grand anticlinal central, rompu au sommet et faillé, qui correspond à la région comprise entre le Monte Santa Agada à l'ouest, le Monte Toro à l'est.

Dans l'axe de cet anticlinal orienté N.5°E.-S.5°O, le terrain dévo-

nien affleure. Sur sa retombée occidentale, dans les environs de Furi de Baix, existe un faible anticlinal accessoire également rompu et séparé du principal par un petit synclinal que jalonne la montagne triasique de Santa-Agada.

Fig. 2. — Coupe d'Alpotzá au Grao.



- 1¹ Dévonien supérieur.
 1 Culm.
 2 Trias inférieur.
 3 Trias moyen et supérieur.

- 4 Lias.
 5 Miocène.
 F Faille.

Échelle	des longueurs	$\frac{1}{350000}$
	des hauteurs	$\frac{1}{47500}$

Sur le flanc oriental du grand anticlinal, les couches, après avoir plongé à l'est, se relèvent successivement de façon à donner naissance à un large synclinal dans lequel se dresse la montagne du Toro à sommet liasique.

Etant données les faibles dimensions de Minorque, il est impossible de suivre à longue distance les plissements qui viennent d'être énumérés. Cependant on remarque que les failles de la région méridionale ont la *même direction* que l'anticlinal central, et que si on prolonge au nord cet anticlinal, soit vers le cap de Caballeria, soit vers le cap d'Anfos, on s'aperçoit que des terrains de moins en moins anciens (Dévonien, Trias, Lias) apparaissent successivement en bandes étroites (fig. 1 et 3).

De même, quand du synclinal oriental on marche au nord dans la direction du cap Pontinat, on atteint des assises de plus en plus récentes (Trias et Lias), dont les derniers termes sont des lambeaux de Néocomien, de Barrémien et peut-être d'Aptien inférieur (fig. 3).

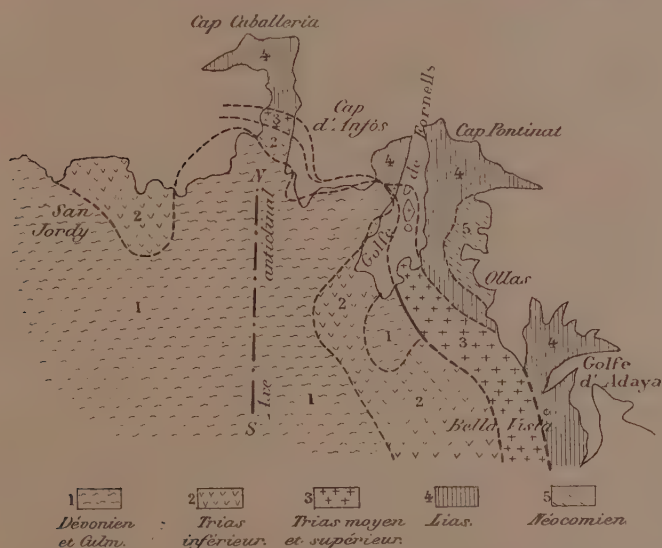
D'une pareille succession, on déduit que la rupture du grand anticlinal central devient de moins en moins profonde à mesure que ce pli se rapproche de la place qu'occupe le Nord de l'île actuelle. Cet anticlinal était donc moins aigu et allait en s'atté-

nuant vers le nord où il disparaît par suite d'un plongement brusque des couches qui sont en ce point étirées et amincies.

L'examen de la répartition des terrains sur la côte septentrionale de Minorque laisse également entrevoir la continuité des assises liasiques.

Celles-ci, les plus récentes qui soient encore visibles, à Caballeria et à Fornells, sur la voûte du grand anticlinal central, se suivent par Pontinat jusqu'à la Creu de las Ollas et vont par Bella-Vista se relier avec celles du même âge du synclinal de l'est (fig. 3).

Fig. 3. — Extrémité nord de l'anticlinal central. Échelle $\frac{1}{200000}$



La disposition *périclinale* de l'extrémité nord de l'anticlinal central semble donc ainsi bien nette dans toute sa moitié orientale.

Des faits analogues ne s'observent pas, il est vrai, à l'ouest du promontoire de Caballeria, sauf près de San Jordi, où un témoin de Grès bigarré s'est maintenu sur les psammites du Culm. On ne saurait donc poursuivre avec certitude dans cette direction le raccord des couches des synclinaux orientaux avec celles du grand anticlinal central, ainsi qu'il a été possible de l'essayer à l'est de ce dernier.

D'où venaient les poussées qui ont ainsi plissé et faillé le sol de Minorque ?

L'alignement général N.-S. de l'axe des anticlinaux et surtout le caractère de ses failles de rupture enseignent que les poussées venaient de l'est (fig. 1 et 2). L'orientation N.-S. des lignes de brisures dans la masse peu plastique des calcaires miocènes, conduit aux mêmes conclusions en mettant du même coup en lumière la persistance avec laquelle les forces ont agi dans le même sens.

Il est bon d'ajouter que l'existence d'un petit nombre de cassures *presque perpendiculaires* aux barrancos creusés dans les calcaires à Clypeâstres ; celle de plusieurs failles *normales à l'axe des plis* dans les terrains anciens (faille d'Alcoitx à Binixems) ; la fragmentation des plis suivant ces mêmes axes, comme aussi l'étude des fractures de la grande Cordillière de Majorque, font voir que les efforts orogéniques n'ont pas produit que des accidents N.-S., quoique cependant ces derniers soient de beaucoup les plus importants à Minorque (fig. 1).

II. — Majorque.

Majorque peut être considérée dans son ensemble comme *le débris d'un vaste synclinal* dont l'axe orienté N.E.-S.O. traverse l'île de la Baie d'Alcudia à celle de Palma.

La grande Cordillière qui borde la côte occidentale représente un flanc de ce synclinal, les chaînes d'Arta et de Felanitx qui longent le rivage oriental figurent les restes de l'autre flanc (fig. 4).

Toutefois, si les traits géographiques principaux de la grande Baléare suffisent par leur simplicité à en faire comprendre la tectonique générale, celle-ci n'en présente pas moins une complexité notable, quand on examine séparément chacun des éléments du grand synclinal auquel appartient l'île envisagée dans sa totalité.

Chacun des flancs de ce synclinal, en effet, se décompose par suite de plis et de failles en un système d'anticlinaux accessoires difficiles à mettre en évidence dans les chaînes orientales, bien nets au contraire dans la haute Cordillière occidentale.

Dans cette dernière les caractères suivants sont surtout dignes de remarque.

Sur la plus grande longueur de cette Sierra (Entre Pollenza et le port de Valdemosa) les crêtes culminantes jalonnent un anticlinal rompu au voisinage de la ligne côtière actuelle (fig. 4 et 5).

Ce pli faille montre le plus souvent que le flanc nord-ouest de l'anticlinal a glissé en se redressant le long de la cassure. La faille a donc ainsi un « regard » nord-ouest très caractérisé et le rejet vertical, aux endroits où il peut être mesuré, atteint 300 mètres.

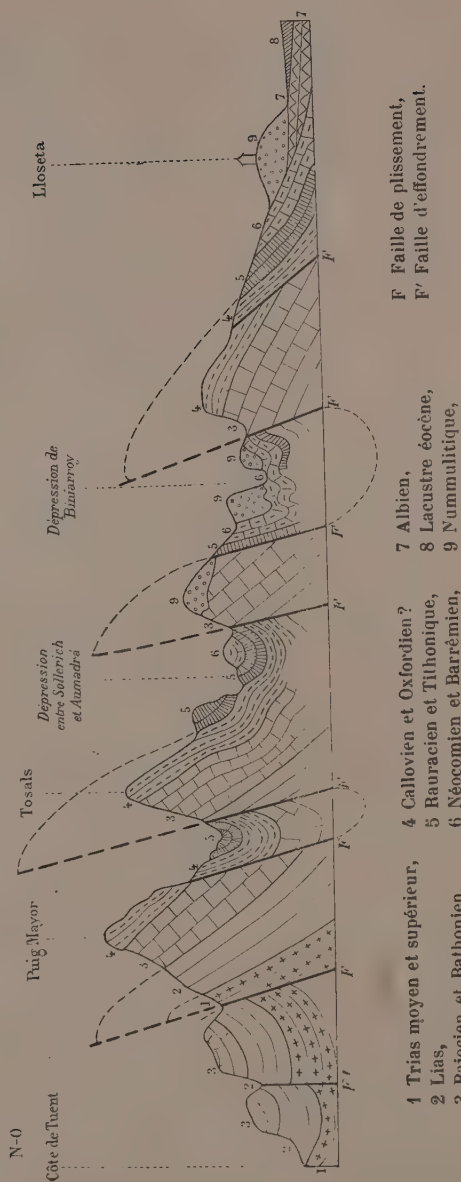
L'étage le plus ancien affleurant dans le noyau de l'anticlinal principal est le Trias inférieur. Sur la retombée nord-ouest du pli, les terrains qu'on observe appartiennent au Lias, au Jurassique inférieur et au Nummulitique. Sur la retombée sud-est, la succession comporte : le Jurassique inférieur, moyen et supérieur, bien développés avec lambeaux de Nummulitique.

Fig. 4. — Majorque. Échelle de $\frac{1}{800000}$



Les plis accessoires de la Cordillière, parallèles au grand anticlinal côtier, sont aujourd'hui indiqués, comme en Andalousie, par leur retombée méridionale et la trace de la faille suivant laquelle ils se sont rompus. Devant sans doute leur origine aux mêmes actions que le grand anticlinal, ils reproduisent, chacun en petit, le trait

Fig. 5. — Coupe de Tuent à Lloseta. — Échelle des longueurs $\frac{1}{30000}$; Échelle des hauteurs $\frac{1}{45000}$
S.E.



saillant de sa structure, c'est-à-dire cette faille à regard nord-ouest surplombant les débris de la retombée septentrionale du pli. C'est un nouvel exemple de la tendance vers la *structure imbriquée* si bien définie par M. Suess (fig. 5).

S'il y a similitude dans les formes tectoniques, il y a par contre variation progressive dans la nature de chacun des plis à mesure que ceux-ci se rapprochent davantage du bord sud de la Cordillère.

Très rarement le Trias moyen apparaît dans leur axe, mais d'ordinaire, les étages secondaires se complètent par l'adjonction de termes d'autant plus récents, que l'on considère des anticlinaux plus extérieurs. Le Néocomien et le Barrémien, par exemple, existent sur la retombée méridionale des plis de la partie centrale de la Cordillère (Sollerich); le Gault et le Cénomanién ne recouvrent jamais que les pentes des ridements limitrophes du plateau miocène qui constitue la plaine de Majorque.

Le nombre de plis accessoires dont il vient d'être question s'élève à trois, comme on le constate dans la région comprise entre le Puig Mayor et le village de Lloseta. Partout ailleurs, ils sont moins nets, bien qu'on en retrouve des tronçons dans les autres parties de la Cordillère quand les couches du Nummulitique ont été enlevées et quand les étages jurassiques supérieurs, les meilleurs repères que l'on possède dans la montagne, ont été respectés par l'érosion (fig. 4 et 5).

Des phénomènes de même ordre que ceux qui viennent d'être cités mais dont la trace est cependant restée beaucoup moins visible, ont affecté les monts orientaux de l'île.

Le Bajocien et le Bathonien constituent la presque totalité, cependant la présence du Tithonique, du Néocomien et du Nummulitique a pu être prouvée en nombre de points, soit du pourtour (Llodrà), soit de l'intérieur même des chaînes (Son Macià).

Ainsi qu'il a été dit précédemment, le Gault et le Cénomanién sont les seuls des étages secondaires reconnus à Majorque qui n'aient jamais été observés que sur les pentes les plus extérieures de la Cordillère ou à son pied. Il n'en résulte pas pour cela qu'ils ne se soient pas étendus comme les termes précédents sur la zone où se dresse aujourd'hui la Sierra principale. L'absence de tout conglomérat dans leurs strates, la finesse de leurs sédiments, la nature de leur faune presque exclusivement composée de Céphalopodes, indiquent bien des dépôts qui n'ont pas dû s'effectuer au voisinage immédiat d'un rivage. Il y a donc tout lieu de supposer qu'ils ont recouvert les mêmes espaces que le Néocomien et

le Barrémien sous-jacents et que l'érosion prénummulitique les a fait disparaître.

Dans tous les plis dont il vient d'être question, la disposition relative des terrains permet de se rendre compte des mouvements dont la zone de la Cordillère a été le théâtre *antérieurement à l'époque nummulitique*.

Déjà, à la fin des temps triasiques, des intercalations répétées de poudingues au milieu de calcaires dénotent une instabilité des rivages qui fut vraisemblablement suivie d'une émerision, puisqu'aucun vestige des faunes infraliasique et sinémurienne n'a jusqu'à présent été découvert à Majorque.

Après une longue période de calme, pendant laquelle se déposèrent les épais bancs calcaires bajociens et bathoniens, de nouvelles oscillations se produisirent probablement. Elles ont dû se prolonger pendant toute la période comprise entre le Callovien moyen et l'Oxfordien supérieur, les dépôts fossilifères de ces étages jurassiques faisant complètement défaut.

A partir du Rauracien, il ne semble plus y avoir de lacune dans la série jurassique supérieure de Majorque. Toutefois, on y relève, dans les assises de calcaires stratifiés, l'intercalation de plusieurs niveaux de calcaires *grumeleux à rognons*, indices d'un régime marin très spécial déjà signalé le long du bord du plateau central de la France, (Les Vans, etc.) (1), dans les Alpes françaises et en Andalousie.

La tranquillité qui renaquit à la fin du Portlandien se prolongea pendant la plus grande partie du Crétacé inférieur, ainsi que l'atteste la nature uniforme des dépôts néocomiens et barrémiens. Survint ensuite une phase nouvelle d'oscillation qui se traduit par l'absence complète de l'Aptien (2) et la *transgression de l'Albien* dont les assises supérieures passent au Cénomanien, sans qu'on y puisse noter une nouvelle discordance, comme cela a lieu en nombre de points du bassin méditerranéen.

En définitive, sur l'emplacement de la grande Cordillère, des poussées orogéniques ont produit, à plusieurs reprises, longtemps avant l'époque nummulitique, des ridements dont les conséquences ultérieures furent des lacunes ou des transgressions. Durant chaque

(1) M. Kilian a attiré l'attention sur ce faciès rognonneux bréchoïde, mais toujours *privé de cailloux étrangers* et sur sa singulière répartition. Il a émis l'hypothèse qu'on y pouvait peut-être voir le résultat d'une sédimentation dans une mer agitée.

(2) A Iviza, l'Aptien présente en effet des couches marno-gréseuses et des poudingues qui semblent indiquer le voisinage d'une côte.

période de dislocations, les reliefs du sol, édifiés au cours de l'ère précédente, furent plus ou moins modifiés, effacés même, au point que ceux qui résultent des mouvements postérieurs au dépôt des sédiments nummulitiques sont la plupart du temps ceux qui frappent davantage aujourd'hui, au cours d'une première observation.

Cependant la *discordance angulaire* très nette qui se note à la base de ces dépôts éogènes, permet d'affirmer que les *mouvements orogéniques prénummulitiques* ont, en certains points, produit des dislocations énergiques semblables à celles qui ont été décrites en Andalousie par MM. Bertrand et Kilian, et dans les Alpes françaises par MM. Kilian, Haug et P. Lory.

Le Lacustre dont la formation concorda avec le début de l'ère tertiaire et qui sert parfois de substratum au Nummulitique, n'affleure pas à l'ouest du pied des contreforts méridionaux de la Sierra principale. Cette répartition géographique le rapproche du Gault et du Cénomanién dont il s'écarte tant par la variété de ses dépôts, que par leur dissemblance en des points rapprochés et aussi par la disposition lenticulaire des lignites qui y sont intercalés. Tout indique donc une sédimentation accomplie dans une nappe d'eau douce sous l'influence des cours d'eau descendant d'une région élevée; la limite septentrionale du bassin n'empiétait pas sensiblement sur le domaine actuel de la grande Cordillière.

La conclusion précédente sur l'extension du Lacustre vers l'Occident semble applicable au Miocène, en ce qui concerne la position du littoral durant cette période.

La fréquence des bancs de poudingues à la base de ce terrain (Muro-Alqueria), la faune littorale recueillie dans les calcaires et, en général, la faible inclinaison de ses strates par rapport à l'horizontale, font penser qu'il y a été déposé le long d'une côte occupant la place des derniers contreforts méridionaux de la Cordillière, et que c'est par une simple accentuation d'un relief déjà existant qu'il s'est trouvé définitivement émergé.

Les endroits où le Miocène du plateau majorquin échappe le plus à cette règle si constante de l'horizontalité sont les deux bombements à noyau jurassique situés, l'un entre Santa-Margarita et San-Juan, l'autre culminant au sud-est de Porreras. Tous deux doivent être envisagés comme les débris d'un même pli, parallèle à ceux des Cordillières limites.

C'est sur leur retombée occidentale, seule conservée, que le Miocène apparaît régulièrement redressé et ce phénomène s'explique par

la considération que le Tertiaire moyen a dû subir ce relèvement par l'effet de poussées consécutives qui l'ont refoulé contre les îlots secondaires et éocènes déjà émergés.

Ces derniers faits ont donc rendu manifeste l'existence d'une phase pendant laquelle *les plis et les failles anciennes* ayant commencé à *rejouer*, le relief de la Cordillière tendit à s'accroître davantage et à acquérir une altitude peu différente de celle qu'il possède aujourd'hui. Ces oscillations n'ont du reste pas cessé après l'émersion du plateau miocène car l'examen du *Pliocène* et du Quaternaire, fait jadis par M. Vidal et par Hermite, a montré que ces dépôts ont vu plusieurs fois, depuis leur origine, leur niveau sensiblement modifié.

Si maintenant on se reporte à ce qui a été dit auparavant au sujet de l'orientation N.-S. des plis de Minorque, on remarquera combien ceux de la Cordillière de Majorque s'écartent de cette direction. Leur axe s'incline en effet toujours du N.-E. au S.-O., et tel est aussi le sens des grandes failles de cette même Cordillière, ainsi que celui de la majeure partie des fractures du plateau miocène dans la région centrale de l'île.

D'autre part, mieux encore que dans la Baléaire septentrionale, on relève à Majorque nombre de cassures *orthogonales*, c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe des plis, et par conséquent ouvertes du N.-O. au S.-E. Parmi ces derniers accidents on peut citer par exemple dans la Sierra principale, les barrancos au sud de Valldemosa et d'Aumadra, la vallée de Sollér ; dans les chaînes orientales les coupures de Cañamel et un tronçon de celle de San Llorens ; dans le plateau central les fractures qu'empruntent les torrents de Villafranca, de Santany et des environs de Campos (fig. 4).

III. — Cabrera.

La petite île de Cabrera prolonge vers le sud-ouest la chaîne montagneuse qui court le long de la côte orientale de Majorque.

Son ossature est tout entière formée par le Jurassique supérieur à faciès tithonique recouvert en concordance par des couches à faune de Berrias où des calcaires, probablement construits, alternent souvent avec d'autres bien stratifiés et plus marneux. Ces derniers passent au Néocomien inférieur ; puis, sur les assises secondaires s'étendent *transgressivement* des lambeaux de Nummulitique inférieur, identiques à ceux de l'extrémité sud de Majorque, comme l'avait déjà fait ressortir Hermite.

Le plongement général des couches a lieu vers le S.-S.E. de sorte

que l'île entière pourrait bien représenter un tronçon de la retombée est, d'un des plis qui entraient dans la composition de la chaîne côtière orientale de Majorque (fig. 4).

IV. — Iviza.

Les traits principaux de la structure géologique d'Iviza, tels que les études de MM. Vidal et Molina et aussi les miennes les ont fait connaître, peuvent être figurés de la manière suivante (fig. 6) :

Fig. 6 — Iviza et Formentera. — Échelle de $\frac{1}{500\ 000}$



Un anticlinal traverse la partie septentrionale de l'île entre le promontoire de Capmanich à l'est et le Cap Nonò à l'ouest : L'orientation de son axe est N.-O. Il est essentiellement constitué, dans sa partie centrale, par le sous-étage norien du Trias et par des ter-

rains jurassiques dont les assises les plus élevées, qui ne sont fossilifères qu'à partir du Rauracien à *Peltoceras bimammatum*, ont pu seules être datées avec certitude.

Sur la retombée septentrionale de ce pli, les étages crétacés inférieurs, du Valanginien à l'Aptien inclus, ont subsisté par places. Il est toutefois exceptionnel que la série entière puisse s'observer au même point en superposition sur les terrains plus anciens de l'anticlinal (Vallée de Saint-Vicent), car presque toujours, les failles ou les *étirements* ont entraîné la disparition d'une, sinon de plusieurs assises crétacées.

Celles-ci réapparaissent sur le flanc sud de l'anticlinal, très incomplètes et disposées suivant une zone qui court de la plaine de Santa-Eularia à l'est à celle de San-Rafael à l'ouest. Cette bande crétacée occupait vraisemblablement autrefois le fond d'un synclinal auquel succédait, plus au sud, un nouvel anticlinal, situé en partie sur l'emplacement de la dépression qui sépare aujourd'hui Iviza de Formentera.

Un fait vient à l'appui de cette opinion, c'est la réapparition des terrains jurassiques supérieurs (zones à *Peltoceras transversarium*, à *Oppelia tenuilobata*, Tithonique, niveau de Berrias) dans la région sud-ouest de l'île, depuis la plage de Codolar, jusqu'au Cerro grande et à la Cala d'Estañol, où ils disparaissent sous les calcaires marneux néocomiens du synclinal dont il vient d'être précédemment question.

Cet anticlinal du Sud devait d'ailleurs être rompu moins profondément dans sa partie orientale qu'il ne l'était à l'ouest. En effet, si on le suit dans cette dernière direction, on voit dans les environs de San-José, au sud-ouest de l'île, les terrains jurassiques de l'axe plonger sous le Crétacé inférieur que surmonte même un lambeau de Cénomanien dans le massif du Cap Llentrisca.

Enfin, c'est dans cette même région de San José, au nord de l'Atalayassa, que s'opère le raccordement des assises du Crétacé inférieur qui recouvre l'extrémité orientale de l'anticlinal du Sud, avec les couches du même âge du synclinal central d'Iviza.

V. — Formentera.

Les écueils dont est parsemé le détroit qui règne entre Iviza et Formentera ne fournissent que peu de données sur les terres qui réunissaient jadis ces deux îles.

Les plus rapprochés de la baie d'Iviza, jusqu'à ceux de Freus

inclusivement, se montrent formés de strates qui, bien que sans fossiles, offrent une telle analogie avec des calcaires jurassiques de l'île voisine qu'on doit les rapporter aux mêmes terrains. Mais aussitôt qu'on atteint, plus au sud, l'Espalmador, on reconnaît dans les assises les plus inférieures de cet îlot, les bancs à *Strombus coronatus* Deffr. qui affleurent sur plusieurs points du littoral de Majorque (fig. 6). C'est aussi dans ces mêmes couches qu'est découpée la falaise septentrionale de Formentera, près de Punta Prima, et ce sont également elles qui sont visibles dans plusieurs échancrures de la côte occidentale, quoiqu'elles y soient recouvertes presque partout par des calcaires à *Helix* pléistocènes. Quant à la Grande Mola orientale, si semblable d'aspect au plateau tertiaire majorquin, elle est en effet composée de calcaires de même âge que ceux qui le constituent, avec cette restriction, que les assises les plus élevées du Miocène y semblent totalement absentes.

Les couches sableuses à *Helix* s'étendent sur la plus grande partie de l'île où elles s'élèvent à l'altitude de 190 mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée.

Les fractures, que l'on peut observer dans les deux Molas est, et ouest de Formentera, étant très réduites comme nombre et comme dimensions, les conclusions à tirer de leur orientation ne sauraient revêtir une grande importance. On doit noter cependant qu'il en est plusieurs ouvertes E.-O. sur le plateau occidental, et que les courts barrancos qui entaillent le flanc est de la Mola orientale suivent également la même direction.

Au point de vue général de la répartition des terrains dans l'ensemble de l'Archipel, la nature de ceux qui composent la masse de la Baléare méridionale, fait en somme connaître qu'au pied des zones plissées d'Iviza, comme à la base de la Cordillère de Majorque, s'étendait vers le sud un *plateau tertiaire*, dont les strates très peu déviées de l'horizontale, sont un nouvel argument en faveur de l'hypothèse précédemment émise de l'antériorité des plissements par rapport au dépôt des assises burdigaliennes.

Pour résumer : De tous les traits généraux, déduits de la comparaison des diverses Baléares entre elles, les suivants méritent, ce semble, de fixer plus particulièrement l'attention.

1° La structure uniforme des plis principaux qui révèlent la production de poussées intenses ayant amené la *rupture par faille*.

2° L'ancienneté plus grande des terrains affleurant dans l'axe des îles plus septentrionales (Dévonien à Minorque ; Virglorien à Ma-

lorque ; Tyrolien à Iviza), phénomène qui paraît indiquer que les efforts orogéniques ont été plus intenses dans le Nord et y ont entraîné par suite des ruptures plus profondes.

3^e La position géographique des axes des plissements qui, N.-S. dans la Baléare septentrionale, passent à N.E. S.O. à Majorque pour finir par être presque E.-O. plus au sud encore à Iviza (fig. 1, 2 et 3).

Cette *variation progressive dans l'orientation des axes* semble assez importante pour qu'on tente de l'expliquer.

C'est en effet celle qu'engendrerait une poussée vers le N.-O. issue d'une chaîne axiale située à l'est, et *tournant un bord concave vers le N.-O.* Or, cette direction N.-O. est justement la moyenne entre les directions de pressions extrêmes constatées dans les plissements de l'Archipel. De plus, ne pourrait-on pas retrouver les restes du massif cristallin axial dans le prolongement oriental de la chaîne bétique qui courait parallèlement à la côte algérienne actuelle et rejoignait la Sardaigne et la Corse, considérées par M. Suess comme les restes d'une branche infléchie d'une chaîne ancienne, celle des *Alpes Tyrrhéniques* de M. Lotti, dont le Dr Virgilio (1), vient d'exposer magistralement le rôle dans ses études sur la genèse de l'Appennin.

Telle est l'hypothèse proposée. Elle semble avoir pour elle une grande somme de probabilités que l'on serait tenté de transformer en une certitude, si plusieurs lacunes dans nos connaissances ne la rendaient malheureusement invérifiable sur quelques points.

C'est d'abord l'absence de toute terre émergée pouvant servir de point de repère, soit entre les Baléares et l'Afrique, soit entre ces îles et la Corse.

C'est ensuite l'impossibilité de prouver d'une manière indiscutable la contemporanéité, *cependant bien probable*, des ridements qui ont affecté l'ensemble de l'Archipel. Si, en effet, on a pu retrouver à Majorque la trace d'une suite d'efforts orogéniques ante, et post-nummulitiques et en évaluer l'importance relative, on a dû également se convaincre par le résumé de la structure géologique des autres îles, que pareille démonstration n'a pu être faite ni à Minorque, ni à Iviza.

Cependant à ces caractères négatifs, on en peut opposer d'autres qui ont bien aussi leur valeur, à savoir : que les vestiges d'oscillations post-triasiques sont visibles à Majorque et à Iviza ; qu'une émergence

(1) Dr VIRGILIO. Étude sur la Colline de Turin. 1895, Turin.

commune des trois îles à l'époque du Crétacé supérieur est extrêmement probable ; qu'à Majorque le *Nummulitique est en discordance angulaire* sur les terrains plus anciens ; enfin que dans tout l'Archipel les *mouvements post-miocènes* ont été la règle et durent revêtir les mêmes caractères puisqu'ils ont produit des résultats identiques. Il existe donc une corrélation évidente entre les phénomènes dont les diverses îles furent simultanément le théâtre et, comme les deux derniers (« discordance angulaire du Nummulitique ; mouvements post-miocènes »), se retrouvent précisément dans les ridements subbétiques, il y a tout lieu d'admettre que les Baléares sont en réalité le *prolongement de cette zone vers l'Orient*.

On sait en outre que des faits de même ordre que ceux précédemment cités, se sont produits dans la zone des Alpes voisines de la Provence et dans la Provence elle-même.

Ces analogies dans l'histoire et la structure de ces différentes régions ramène donc involontairement à l'idée que *les Baléares appartiennent à la même virgation que celles-ci, et que ces îles représentent un lambeau de la zone externe sinueuse d'une longue chaîne cristalline, actuellement abîmée sous les flots de la Méditerranée occidentale, chaîne dont la partie méridionale reliait autrefois la Sierra-Nevada au système sardo-corse seul émergé aujourd'hui.*

NOTE

SUR LA

DÉCOUVERTE DU LIGÉRIEN A CÉPHALOPODES

DANS LES ENVIRONS DE PADERN (Pyrénées-Orientales)

par M. Joseph ROUSSEL (1).

J'ai déjà eu l'occasion de signaler la présence des *Ammonites* dans le Turonien des environs de Padern, village situé dans les Corbières, à l'extrémité orientale du bassin crétacé de Rennes-les-Bains. Toutefois mon attention ne s'était pas portée, d'abord, sur la couche qui les contient, et, faute de points de repère suffisants, je n'avais pu déterminer son niveau avec exactitude. Récemment, j'ai pu découvrir qu'elle est interposée entre les couches du Ligérien à *Terebratella carentonensis* et celles de l'Angoumien à *Hippurites petrocoriensis*.

Il en résulte que le Turonien de Padern est ainsi composé :

4. Marnes avec lentilles de calcaire à :

<i>Hippurites petrocoriensis</i> Douvillé	<i>Hippurites Moulinsi</i> , d'Hombre-
<i>Hippurites giganteus</i> , d'Hombres-	Firmas.
Firmas.	<i>Hippurites resectus</i> , Defrance.

Épaisseur : 30 m.

3. Calcaire jaunâtre à l'air, renfermant :

<i>Mammites Rochebrunei</i> , Coq.	<i>Pachydiscus Linderi</i> , de Gros-
<i>Tissotia Galliennei</i> , d'Orb.	souvre.
<i>Pachydiscus Austeni</i> , Scharpe.	<i>Inoceramus labiatus</i> , Brong.

Épaisseur : 5 m.

2. Gros banc de calcaire corallien à Échinides : 5 m.

1. Calcaires marneux à *Terebratella carentonensis*, *Ostrea carinata*, *Cyphosoma variolare* : 10 m.

(1) Note présentée à la séance du 18 février 1895; manuscrit remis le même jour. Épreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 14 avril 1895.

Les assises 4 représentent la partie supérieure du Turonien, c'est-à-dire l'Angoumien, et les assises 3, 2, 1, le Ligérien.

En effet, l'Angoumien des deux Charentes et celui de la Provence contiennent principalement *Hippurites petrocoriensis*, *Hip. giganteus*, *Hip. Moulinsi* et *Hip. resectus*.

Les fossiles caractéristiques de l'assise 3 ont une extension très grande, car on les retrouve à la partie supérieure du Ligérien dans l'Angoumois, la Touraine, la Normandie, la Westphalie, etc.

Dans l'Angoumois et en divers autres lieux, la partie inférieure du Ligérien est formée par des couches à Échinides et à *Terebratella carentonensis*, comme à Padern.

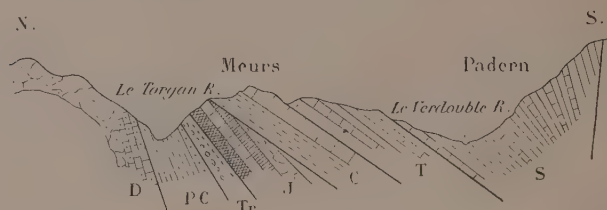
Outre les espèces d'Ammonites ci-dessus énumérées, l'assise 3 en renferme 5 autres qui sont nouvelles ou qu'il n'a pas été possible de déterminer d'une manière certaine. Deux d'entre elles rappellent *Mammites nodosoides* et *Prionotropis papalis* du Ligérien supérieur; une autre espèce ressemble au *Mortoniceras inconstans* du Tourtia de Westphalie, une quatrième au *Desmoceras latidorsatum* de l'étage albien, et la cinquième n'est autre, très probablement, que le *Gaudryceras Rouvillei* récemment décrit par M. de Grossouvre et que M. Jean a recueilli, aux environs de Sougraignes, dans une couche qu'il rapporte, mais à tort, sans doute, au sous-étage santorien.

Ce n'est pas seulement dans les environs de Padern que le Turonien des Corbières contient les espèces d'Ammonites que je viens de citer, car M. Douvillé m'en a montré dans la collection de l'École des Mines qui proviennent des Bains-de-Rennes. Il est vraisemblable, du reste, que plusieurs des espèces citées par divers auteurs dans le Sénonien appartiennent au Turonien. C'est ainsi que le *Pachydiscus Linderi* de Grossouvre, dont un exemplaire, d'après M. Jean, aurait été trouvé dans les couches à *Micraster brevis*, accompagne, à Padern, *Mammites Rochebrunei*, *Tissotia Galliennei* et *Pachydiscus Austeni* : il ressemble même beaucoup à cette dernière espèce, qui est la plus commune du Ligérien de Padern.

Les Ammonites et les Hippurites citées dans cette note ont toutes été recueillies par moi et je les ai étudiées dans le laboratoire de M. Douvillé avec le concours du savant professeur. M. de Grossouvre avait déjà examiné quelques exemplaires d'Ammonites.

La présence de ces fossiles dans les environs de Padern montre l'intérêt qui s'attache à l'étude de cette partie du grand bassin crétacé de Rennes-les-Bains. Du reste, depuis longtemps déjà, j'avais découvert dans ce lieu la faune des marnes gypsifères du Cénomanien inférieur, que j'avais vainement cherchée ailleurs.

La coupe ci-dessous représente l'allure des couches et la position du Turonien fossilifère dans les vallées du Torgan et du Verdouble, à mille mètres environ en amont de Paderu :



Sénonien : S. — Marnes alternant avec de gros bancs de calcaire.

— Marnes à *Micraster brevis*.

— Calcaires.

Turonien : T. — Marnes alternant avec des calcaires à *Hip. giganteus*, *Hip. Moulinsi*, *Hip. resectus*.

— Calcaires à *Mammites Rochebrunei*, *Tissotia Galliennei*, *Pachydiscus Austeni*, *Pachydiscus Linderi*, *Inoceramus labiatus*.

— Calcaire corallien à Echinides.

— Calcaire marneux à *Terebratella carentonensis*, *Ostrea carinata* et *Cyphosoma variolare*.

Cénomanien : C. — Calcaire à *Caprinula Boissyi*, *Polyconites operculatus*, *Radiolites*, etc.

— Marnes noires avec parties rouges ou jaunâtres alternant avec des calcaires coralliens, des calcaires noduleux et des grès verts. Dans ces diverses couches j'ai recueilli, entre autres fossiles : *Orbitolina concava*, *Epiaster distinctus*, *Hemiaster regulosus*, *Bo-triopygus ataxensis*, *Pigaulus subæqualis*, *Pyrina Rousseli*, *Discoidea subuculus*, *Discoidea arizensis*, *Peltastes acanthoides*, *Glyphocyphus radiatus*, *Orthopsis granularis*, *Goniopygus major*, *Terebrirostra lyra*, *Trigonia spinosa*, *Ichthyosarcolithus*, *Cerithium peregrinorsum*, *Des-moceras Mayarianum*, etc.

Jurassique : J. — Dolomies et calcaires.

Trias : T. — Marnes rouges et conglomérats.

Permo-Carbonifère : PC. — Schistes carburés et conglomérats.

Dévonien : D. — Calcaires et dolomies.

NOTE

SUR LES

CALCAIRES CORALLIGÈNES D'ISTEIN

par **Mathieu MIEG** (1).

BIBLIOGRAPHIE

D^r A. OPPEL. Die Juraformation. Stuttgart, 1857. — D^r FR. SANDBERGER. Ein Beitrag zur Kenntniss der jurassischen Schichten des Badischen Oberlandes. *Bronn. Jahrb.* 1857, *Würtb. naturw. Zeitschrift*, 1864. — D^r G. STEINMANN et D^r F. GRAEFF. Geolog. Führer der Umgebung von Freiburg. 1890. — CARL LENT und G. STEINMANN. Die Renggerithone im Badischen Oberlande. *Mitth. der grossh. Bad. geol. Landesanstalt*, II, Bd. XVI. Heidelberg. 1892. — OTTO HUG. Vorläufige Mittheilung über das Vorkommen von Astartien am Isteiner-Klotz. *Neuen Jahrb. für Mineralogie*, etc., 1895, Bd. I. — MATHIEU MIEG. Note sur le gisement de Terrain à chailles marno-calcaire du Buchgraben. *Compte-Rendu des séances de la Soc. géol. de France*, 3^e Sér., T. XXII, n^o 11. Séance du 21 mai 1894.

Depuis la courte note (2) que j'ai présentée à la Société géologique sur le gisement de terrain à chailles marno-calcaire de Buchgraben, près d'Istein, j'ai eu l'occasion d'étudier plus à fond les calcaires coralligènes entre Kleinkembs, Istein et Efringen, et de recueillir dans les différents niveaux une série de fossiles que M. P. de Loriol (3) a bien voulu examiner et déterminer avec le plus grand soin. Bien que j'aie été quelque peu devancé par M. Otto Hug qui, dans une note préliminaire parue récemment dans le *Neuen Jahrbuch für mineralogie* (4), a signalé la présence de l'Astartien dans

(1) Note présentée à la séance du 4^{er} avril 1893; manuscrit remis le 27 mars. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 13 avril 1895.

(2) MATHIEU MIEG. Note sur le gisement de Terrain à chailles marno-calcaire du Buchgraben. *C.-R. des Séances de la Soc. géol. de France*, 3^e Sér., T. XXII, n^o 11. Séance du 21 mai 1894.

(3) Je tiens à remercier ici M. de Loriol pour le concours si obligeant et si empressé qu'il a bien voulu me prêter.

(4) OTTO HUG. Vorläufige Mittheilung über das Vorkommen von Astartien am Isteiner-Klotz. *Neuen Jahrb. für Mineralogie*, etc., 1895. Bd I.

les niveaux supérieurs des calcaires coralligènes d'Istein, je n'ai pas hésité à publier le résultat de mes observations, faites dans le courant de l'année 1894 aux environs d'Istein, appuyées par les listes de fossiles, si consciencieuses et en grande partie inédites, que je dois à l'obligeance de M. P. de Loriol, aucun travail d'ensemble, quelque peu complet, n'ayant encore paru sur les calcaires coralligènes d'Istein.

Les calcaires coralligènes d'Istein dont le substratum est formé par le terrain à chailles marno-calcaire (1), se poursuivent sans interruption de Kleinkembs à Istein et à Efringen pour se continuer à l'entrée de la vallée de l'Enge (Engethal), entre Efringen et Wintersweiler. L'épaisseur totale de ces calcaires atteint environ 50 mètres, dont environ 40 mètres pour les calcaires compacts avec nodules de jaspe (faciès corallien à Polypiers) et environ 8 mètres 50 pour les couches supérieures, comprenant un niveau mince de calcaire marneux à Lamellibranches, puis des calcaires compacts à Nérinées formant le substratum de l'Oligocène de la région. En suivant du N. au S.-E. la route de Kleinkembs à Efringen, on pourra relever une série de coupes capables de donner une idée exacte de la composition des calcaires coralligènes d'Istein.

COUPE DE LA STATION DE KLEINKEMBS

La tranchée en face de la gare de Kleinkembs présente de haut en bas la coupe suivante :

Lehm	10 à 12 mètres environ.
Sidérolithique (Bohnerz) autrefois exploité en galeries	1 mètre environ.
Calcaire compact.	8 à 9 mètres environ.
(A) Calcaire compact à Nérinées (2) (<i>Ptygmatis bruntrutana</i> Thurm.)	1 ^m 40 environ.
(B) Calcaire marneux à Lamellibranches, <i>Pecten Buchi</i> , <i>Perna rhombus</i> , etc.	0 ^m 30 à 0 ^m 40 environ.
(B) Calcaire compact à <i>Terebratula insignis</i> , Polypiers, etc., avec nodules de jaspé, parfois fossilifères, vers le haut	30 mètres environ.

(1) Outre le gisement du Buchgraben, le terrain à chailles marno-calcaire est également visible à la sortie du tunnel du Hardberg et à l'entrée de celui du Klotzenstein, près d'Istein (direction de Kleinkembs).

(2) D'après les déterminations de M. P. de Loriol dans ces calcaires se sont rencontrés en outre les fossiles suivants :

Nerinea contorta Buv. ? Fragment trop petit pour permettre une détermination certaine.

Terebratula Bauhini Et. Douze exemp. moyens et petits.

Pecten Etallonii F. de Loriol ? Echant. douteux et mal conservé.

Zeilleria Hudlestoni (Walker) Douvillé ? Echant. mal conservé.

Ces calcaires plongent vers l'est, et en suivant dans le haut le calcaire compact à Nérinées, jusqu'au ravin et à la combe de la Kachelfluh on peut observer que ces niveaux supérieurs forment le substratum du terrain tertiaire oligocène. Cette partie inférieure de l'Oligocène, visible à la Kachelfluh, est formée par un calcaire marneux, grumeleux, non fossilifère, à nodules variant de l'épaisseur de 1^{mm} à 1^{cm} 1/2.

En continuant la grande route dans la direction d'Istein, on rencontre à environ 1 kilomètre et demi de Kleinkembs, avant le pont du chemin de fer (Wildebrucke) une ancienne carrière abandonnée dont la coupe prise de haut en bas est la suivante :

Calcaire compact.	6 à 8 mètres environ.
Bancs calcaires très riches en Polypiers, <i>Cidaris</i> <i>florigemma</i> , <i>Terebratula insignis</i> , etc.	5 mètres environ.
Sable jaunâtre	0=30 environ.
Bancs de calcaire compact avec <i>Terebratula</i> <i>insignis</i>	(en partie visibles).

Cet ensemble de couches correspond à la partie moyenne et supérieure des calcaires coralligènes (C) au-dessous du banc de calcaire marneux à Lamellibranches et des calcaires compacts à Nérinées. Les nodules de jaspe qui devraient se rencontrer à la partie supérieure de la carrière font ici défaut, ainsi que plus bas du côté d'Istein. Ils ont peut-être disparu par érosion, car on retrouve les rognons de jaspe zoné du Malm du Sundgau et du Grand-Duché de Bade dans le diluvium de la vallée du Rhin, notamment dans les gravières de Rixheim.

A mi-chemin de la route de Kleinkembs à Istein, on rencontre le gisement de terrain à chailles marno-calcaire du Buchgraben, puis un peu plus loin, les grandes carrières ouvertes au pied des rochers d'Istein (Klotzen), dans le calcaire compact coralligène à *Terebratula insignis*, assez peu fossilifère à ces niveaux. Les calcaires coralligènes, véritable récif corallien, forment ici des parois d'au moins 40 mètres de hauteur. Après avoir traversé le village d'Istein, on arrive au Hardberg, que contourne la route d'Efringen. Une première carrière située au bord de la route est ouverte dans les bancs du calcaire compact coralligène à *Terebratula insignis*, un peu plus loin, à 30 à 40 mètres au-dessus de la tuilerie qui se trouve au bord de la route d'Efringen, on rencontre l'intéressante carrière de Hardberg dont la coupe prise de haut en bas est la suivante :

Calcaire compact.	6 mètres environ.
(A) Calcaire compact à Nérinées (<i>Ptygmatis</i> <i>bruntrutana</i> Thurm.)	1=50 environ.

- Calcaire compact. 0^m60 »
- (B) Banc de calcaire marneux à lamellibranches,
Pecten Buchi, *Perna rhombus*, *Astarte*
 voisine de l'*A. supracorallina*, etc. 0^m30 à 0^m40 environ.
- (C) Calcaire compact coralligène à *Terebratula*
insignis, etc. 30 à 40 mètres environ.
 (Partie inférieure du Hardberg jusqu'à la
 route, plusieurs carrières sont ouvertes
 dans ces calcaires le long de la route
 d'Efringen).

Après avoir examiné ces différentes coupes, il nous reste à étudier la faune des trois niveaux que nous avons constaté, savoir :

- (A) Calcaire compact à Nérinées (épaisseur 8^m10 environ) en y comprenant les bancs inférieur et supérieur non fossilifères.
 (B) Calcaire marneux à Lamellibranches (épaisseur 0^m30 à 0^m40).
 (C) Calcaire corallien à Polypiers (épaisseur 30 à 40 mètres) comprenant la masse principale des calcaires coralligènes d'Istein.

(A). FAUNE DU CALCAIRE COMPACT A NÉRINÉES.

Ce calcaire compact, qui ressemble comme apparence au calcaire coralligène (C) contient de nombreuses Nérinées, généralement fort mal conservées, parmi lesquelles 6 exemplaires, et d'autres douteux, appartenant au *Ptygmatis bruntrutana* Thurm., sont les seules qui aient pu être déterminées avec certitude par M. P. de Loriol. A côté de *Ptygmatis bruntrutana*, espèce dominante, on rencontre encore d'autres Nérinées, notamment *Nerinea contorta* Buv ? déjà signalée à la gare de Kleinkembs, avec *Terebratula Bauhini* Etal., *Pecten Etalloni* P. de Loriol, *Zeilleria Huddlestoni* (Walher) Douvillé. Puis avec ces fossiles, quelques Polypiers et quelques Gastéropodes, Turbo ? etc. *Ptygmatis bruntrutana* Thurm. est signalé par Koby (1) comme existant dans le Rauracien supérieur de Ste-Ursanne, de Tariche, de la Caquerelle, de Blauen, etc. Greppin (2) le cite à peu près des mêmes localités (calcaire à Nérinées, Rauracien) dans l'Astartien de Montchaibeut, dans l'Epiastartien d'Ajoie.

(B). FAUNE DU CALCAIRE MARNEUX A LAMELLIBRANCHES.

D'après l'étude microscopique de ce calcaire qu'a bien voulu entreprendre mon ami et collaborateur le Dr Bleicher, la roche

(1) F. Koby. Étude stratigraphique des couches rauraciennes supérieures du Jura Bernois. *Mém. Soc. paléont. Suisse*. Vol. XIX, 1892, p. 389 et suivantes.

(2) J.-B. GREPPIN. Jura bernois et districts adjacents. *Matériaux pour la carte géol. de la Suisse*. VIII^e livr. Berne, 1870, p. 101.

marneuse du Hardberg est une bouillie calcaire remplie de débris de Polypiers, de Bivalves rares, à fragments anguleux et très petits. On y distingue aussi d'assez nombreux petits Spongiaires tubuleux et à diamètre étroit, dont un certain nombre du type rauracien, des nodules allongés contenant des Nérinées roulées, fragments de Polypiers, etc. Il ressort de cet examen microscopique que la roche marneuse du Hardberg provient de la destruction du récif coralligène avec déjà tendance à la production de Spongiaires tubuleux.

La faune du calcaire marneux à Lamellibranches déterminée par M. P. de Loriol contient les espèces suivantes que nous donnons accompagnées des observations de l'auteur :

Pycnodus spec ? voisin de *Pycnodus affinis* Ag.

Amm. (*Perisphinctes*) indéterminable.

Nerinea ? indét.

Alaria ? »

Pecten voisin de *P. Buchi* Roem. Ce *Pecten* est également voisin de *P. Etallonii* P. de Loriol, de *P. comatus* Munst., *P. virdanensis* Buv.

Perna ? cfr. *rhombus* Etallon.

Perna sp. voisine de *P. rhombus* Et.

Astarte cfr. *supracorallina* d'Orb.

Cette petite *Astarte* est certainement voisine de l'*A. supracorallina* mais elle ne paraît avoir moins de côtes, du reste les exemplaires sont si mauvais qu'une détermination correcte est impossible. D'autres espèces, *A. sequana* Et. jeune, *A. multiformis* Roeder, *A. Clymene* P. de Loriol, etc., sont également voisines. Le fait que les valves de cette *Astarte* sont très isolées parle contre l'*A. supracorallina*, espèce sociale qui couvre ordinairement la roche.

Astarte cfr. *submultistriata* d'Orb.

Lucina sp. ?

Mytilus ? indét.

Terebratula Bauhini Et. ?

Quinze échantillons, de taille moyenne, présentent beaucoup de rapports avec la *Terebratula Bauhini* Et., sans toutefois qu'il soit possible de les identifier absolument. Il faudrait des exemplaires mieux conservés pour pouvoir bien observer les différences qui existent ; ainsi le deltidium est bien plus court ; Haas (*Mém. Soc. pal. suisse*, pl. XXII) a figuré sous le nom de *Terebr.* cfr. *Bauhini* des exemplaires qui se rapprochent fortement de ceux-ci et proviennent précisément des calcaires coralligènes de l'Isteiner-Klotz.

Polypiers et Spongiaires tubuleux indéterminables.

Ainsi qu'on vient de le voir le plus grand nombre des fossiles qui composent la faune du calcaire marneux du Hardberg sont si imparfaitement conservés que leur détermination est impossible. Les deux espèces de Lamellibranches les plus communes sont *Perna rhombus* Et. et *Pecten* voisin de *P. Buchi* Roem. De ces deux espèces la première, d'après Greppin, se retrouve dans le Rauracien supérieur (calcaire à Nérinées) de Peut-Bie, de Tariche (1), la seconde dans le Séquanien de Montchaibeut (2).

Astarte cfr. *submultistriata* d'Orb. est indiquée par Greppin comme se trouvant dans l'Hypoastartien de l'Ajoie et de Blauen (3). Enfin, l'autre petite *Astarte* est voisine de l'*Astarte supracorallina* d'Orb., si commune et si typique dans l'Astartien, mais étant donné le mauvais état des exemplaires il est impossible de préciser, car il y a plusieurs espèces voisines. Le fait qu'elle se rencontre isolée et non en colonies nombreuses, est une raison de croire qu'il s'agit d'une autre espèce.

En résumé, faune contenant à la fois des espèces du Rauracien et de l'Astartien.

(C) FAUNE DU CALCAIRE CORALLIGÈNE (FACIÈS CORALLIEN A POLYPIERS)

La faune du calcaire coralligène (4), déterminée par M. P. de Loriol, contient les espèces suivantes, dont voici la liste accompagnée des observations de l'auteur :

(1) Voy. : GREPPIN, ouv. cité p. 90.

(2) Id. id. p. 104. — D'après de Loriol, du Rauracien inférieur de la combe Chavatte et du Fringeli (*Mém. Soc. pal. Suisse*, t. XXI).

(3) Id., p. 103.

(4) Ces espèces ont été récoltées entre Kleinkembs et Istein, à différents niveaux, et principalement dans les niveaux riches en Polypiers. D'après l'étude microscopique entreprise sur ces calcaires par le Dr Bleicher, les Polypiers branchus dominent dans la roche compacte, tandis que certains niveaux minces de roche blanche, presque cristalline, sont pétris de débris de Spongiaires. Certains nodules siliceux qui se rencontrent vers la partie supérieure du calcaire coralligène sont remplis de Foraminifères de types variés : *Globigerina*, *Textularia*, etc. et de petits Spongiaires cylindriques. La fossilisation siliceuse a opéré par des sortes de sphérules qui remplissent la roche et les cavités des Foraminifères.

Il y avait donc à Istein un récif où dominaient les Polypiers branchus (*Stylos-mila Michelini*), etc., les Spongiaires calcaires du même type, et sa destruction, plus ou moins sur place, a formé une roche puissante, presque sans stratification, ici comme partout où ces sortes de formations se sont produites.

<i>Cerithium rotundum</i> Et.	<i>Trochus dædalus</i> d'Orb.
<i>Pleurotomaria</i> ?	<i>Delphinula funata</i> Goldf. ?
<i>Trochotoma auris</i> Zittel	<i>Neritopsis decussata</i> d'Orb.
<i>Turbo</i> ou <i>Delphinula</i> indét.	<i>Pecten</i> sp. ?
<i>Turbo ursicinus</i> P. de Loriol	

Pecten subarticulatus d'Orb. Identique aux exemplaires du Rauracien supérieur du Jura bernois. La même espèce me paraît avoir été figurée de Kelheim sous le nom *Pecten* cfr. *vimineus* Sow.

Pecten Oppelli. Gemellan ? Ce petit *Pecten* ressemble entièrement à un exemplaire de Stramberg figuré par Boehm et rapporté par lui avec quelque doute au *Pecten Oppelli* Gemellan. Les deux exemplaires d'Istein étant décortiqués, on ne peut ni juger sûrement de l'ornementation ni apprécier exactement la forme des valves. La détermination ne peut donc être considérée que comme approximative.

Hinnites ? (jeune). Pourrait être un jeune de l'*Hinnites astartinus* Greppin.

Lima très voisine de *Lima perrigida* Et. Les deux échantillons sont trop imparfaits pour permettre une détermination correcte.

Ostrea sp.

Ostrea (Alectryonia) hastellata (Schl.) Quenstedt.

Lithodomus sp. indét.

Lithodomus cfr. *gradatus* Buv.

Lithodomus. Ce petit *Lithodomus* serait voisin de *Lithodomus subcylindricus* Buv. petits individus, mais pas assez bien conservés pour permettre une affirmation. Ce pourrait être une espèce nouvelle.

Diceras sp.

Astarte Studeriana (P. de Loriol) Boehm. D'après la description des moules donnée par Boehm les impressions musculaires ovales sont parfois striées comme c'est le cas pour un des exemplaires d'Istein.

Cardium ? Espèce intéressante, de grande taille, à côtes rayonnantes, qui me paraît être un *Cardium*. Cette espèce ne se trouve décrite nulle part ; il faudrait des exemplaires plus complets et permettant d'observer la charnière.

Rhynchonella sp.

Terebratula insignis Schubler. Bons types (7 échantillons) correspondant exactement à la figure de Zieten et à celle donnée par M. Schlosser d'un individu de Kelheim.

Terebratula maltonensis Oppel.

Terebratula Bauhini Et. Six exemplaires paraissent avec beaucoup de probabilité pouvoir être rapportés à cette espèce.

Terebratula sp.

Cidaris florigemma Phil.

Glypticus hieroglyphicus Agassiz.

Hemicidaris intermedia Forbes. Une radiole.

Apiocrinus polycyphus ? Merian. Fragments de tige appartenant très probablement à ce Crinoïde.

Apiocrinus ou *Millericrinus* ?

Pentacrinus censoriensis P. de L. Fragments de tige pouvant être rapportés à ce Crinoïde, voisin aussi de *Pentacrinus amblyscalaris* Thurm.

Montlivaultia truncata Deffr.

Dermosmilia rugosa Koby.

Montlivaultia Greppini Koby.

Stylosmilia Michelinii Edw. et H.

Epismilia obesa Koby.

Thecoseris plicata Koby.

Dimorphastrea ? indéterminé.

Cette liste ne contient que des espèces rauraciennes au sujet desquelles M. P. de Loriol m'écrit ce qui suit :

« Dans les échantillons du facies corallien à Polypiers, j'ai reconnu quelques espèces du Rauracien supérieur, d'autres de Kelheim comme l'*Astarte Studeriana* et les grandes *Terebratula insignis* ; ce sont bien les *Tereb. insignis* de Nattheim. »

Parmi les espèces appartenant au Rauracien supérieur du Jura bernois, je citerai *Trochus dædalus* d'Orb., *Cerithium rotundum* Et. Les Polypiers dont je dois la détermination à l'obligeance de M. Koby sont d'espèces rauraciennes ; quelques-uns d'entre eux appartiennent même au Rauracien supérieur. *Stylosmilia Michelinii* Edw. et H. se trouve à la fois dans le Rauracien et dans l'Astartien (1). Ces Polypiers diffèrent des espèces astartiennes alsaciennes des environs de Raedersdorf et de Liebsdorf (massif de Ferrette) mentionnées par Koby (2).

CONCLUSIONS

En résumé, les calcaires coralligènes d'Istein contiennent :

1^o Dans leur facies inférieur corallien à Polypiers (épaisseur 40 mètres environ), une faune composée d'un mélange d'espèces appartenant au Rauracien et au Rauracien supérieur.

(1) F. Koby. *Mém. Soc. pal. suisse*. Vol. XVI (1889). Tableau des Polypiers de la Suisse, p. 520-529.

(2) F. Koby. *Mém. Soc. pal. suisse*. Vol. XVI (1889), p. 510.

2° Dans leur facies supérieur, banc mince de calcaire marneux à Lamellibranches et calcaire à Nérinées (épaisseur 8^m50 environ) une faune composée d'un mélange d'espèces appartenant au Rauracien supérieur et à l'Astartien. L'étude de ces calcaires est entièrement d'accord avec les assertions de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent (1) que les étages rauracien et séquanien ont été établis plutôt sur des facies superposés que sur des données paléontologiques déduites de l'étude des Céphalopodes, et que ces deux termes présentent entre eux une telle affinité qu'on devra très probablement les réunir sous le même nom.

(1) MUNIER-CHALMAS et DE LAPPARENT. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *B. S. G. F.*, 3^e Sér., T. XXI, 1893, p. 461.

PREMIÈRE NOTE
SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA MORPHOLOGIE
DE LA COUILLE CHEZ LES LAMELLIBRANCHES

par **F. BERNARD** (1),

I. — Considérations générales

Dans les dernières années, les travaux des zoologistes Pelseneer, Ménégaux, Grobben, Jackson, etc., et des paléontologistes tels que Neumayr, Frech, Barrois, ont fait faire de grands progrès à nos connaissances sur les relations qui existent entre les divers types de Lamellibranches. Cependant, en comparant les solutions proposées pour la classification et la phylogénie de ces Mollusques, on constate des différences profondes qui ne peuvent être expliquées par des erreurs d'observation. Ce fait tient à l'homogénéité, bien souvent signalée, que présente cette classe, qui contraste d'une manière frappante avec la série si longue et si polymorphe des Gastéropodes. Il semble qu'il existe une indépendance dans les variations des organes, qui rende difficile l'établissement d'une classification naturelle. L'embryologie, encore très peu avancée, a donné entre les mains de Ziegler et de Jackson, des résultats intéressants qui permettent d'espérer que des études, dirigées dans cette voie, et appliquées surtout aux formes post embryonnaires, éclairciront le problème dans une certaine mesure, surtout si l'on compare les données qu'elle fournira avec celles de la Paléontologie et de la Morphologie. J'ai été précédé dans cette voie par M. Munier-Chalmas, qui a tout récemment communiqué quelques-uns des résultats obtenus; je suis heureux de constater que les observations que j'ai pu faire sur des types tout différents, concordent avec celles de mon savant maître.

Je m'occuperai dans ce premier travail du développement de la

(1) Note présentée à la séance du 4 mars 1895; manuscrit remis le 1^{er} avril. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 16 avril 1895.

coquille chez les Hétérodontes et les Desmodontes, réunis par les zoologistes dans le grand ordre des Eulamellibranches, très homogènes au point de vue anatomique, et considéré ordinairement comme le plus élevé de la classe. Je réserve pour un second mémoire quelques familles qui, malgré leur simplicité apparente, présentent une difficulté spéciale, Cardiidés, Donacidés, Tellinidés, et familles voisines, Téréridés, Pholadidés, Clavagellidés, ainsi que les formes paléozoïques et mésozoïques.

Le développement de la charnière, dans les types étudiés, m'a rapidement conduit à poursuivre une révision totale des charnières chez les adultes de tous les types que j'ai pu me procurer, et à établir les homologues des productions cardinales, homologues pouvant se traduire par des formules abrégées. Les matériaux employés pour cet usage ont été fournis par la collection malacologique du Muséum qui m'a fourni un nombre très considérable d'espèces actuelles et tertiaires. Je crois inutile de donner pour chaque genre la liste de ces espèces, et je signalerai seulement celles qui présentent quelque chose de particulier. Cette étude devra être complétée par l'examen des formes mésozoïques et paléozoïques, pour lesquelles je me propose de faire appel à la bienveillance des professeurs qui disposent de riches collections paléontologiques.

Pour l'étude embryogénique, j'ai étudié de petites coquilles provenant pour la plupart, pour les formes actuelles, des sables de St-Vaast-la-Hougue, du cap Horn ; pour les formes tertiaires, des faluns de Dax et des sables du Lutétien de Chaumont et d'autres localités. Les provenances différentes seront indiquées dans chaque cas. Une telle méthode de recherche présente des inconvénients, dont le plus grave est la difficulté de la détermination. Les coquilles très jeunes sont parfois si semblables entre elles qu'il est impossible de prévoir avec certitude ce qu'elles deviendront ; aussi ai-je dû faire le sacrifice d'une bonne part des matériaux obtenus après un triage pénible. Je laisserai de côté, dans ce premier travail, sauf dans quelques cas où la détermination est certaine, les stades les plus anciens du développement, me proposant d'y revenir avec d'autres matériaux. Les stades les plus avancés suffisent la plupart du temps pour établir les homologues avec une grande précision.

M. Munier-Chalmas s'est occupé longtemps de la même question, et dans une communication à la Société de Géologie, le 18 février 1895, il a fait connaître quelques résultats, dont les plus

importants concernent le développement de *Cyrena antiqua*. Ces résultats ont été depuis consignés dans une note tirée à part. J'ai été heureux de pouvoir indiquer dans cette séance que les résultats que j'avais obtenus moi-même, d'une manière indépendante et avec des matériaux tout différents, étaient en parfaite concordance, pour le fond, avec ceux de mon excellent maître. Dans la note en question, M. Munier propose une notation fondée sur la position des dents chez l'adulte ; dans une note préliminaire présentée à la Réunion des Naturalistes du Muséum du 28 février 1895, j'en ai employé une autre qui met en lumière le mode de développement. Je me rallie à une notation mixte proposée par M. Munier-Chalmas, qui s'appuie à la fois sur ces deux ordres de caractères, et qu'on trouvera plus loin.

J'emploierai les dénominations les plus usuelles : les côtés *antérieur* et *postérieur* sont définis respectivement par la bouche et l'anus ; le bord *dorsal* ou *supérieur* par le sommet, le bord *ventral* ou *inférieur* est à l'opposé. Le plateau cardinal a un bord dorsal par où il s'attache à la valve proprement dite, et un bord ventral libre. Enfin le sens *transversal* est perpendiculaire au plan de séparation des valves, plan médian de l'animal.

Pour l'orientation des figures, comme les avis sont partagés entre les malacologistes, je choisis le mode que je conserverai dans les études anatomiques, le diamètre antéro-postérieur horizontal. Le côté postérieur est alors à gauche dans les valves gauches et à droite dans les valves droites. Dans toutes les figures, la valve gauche est figurée à gauche, la valve droite à droite.

Les dimensions sont toujours indiquées suivant le diamètre antéro-postérieur maximum.

PREMIERS STADES DU DÉVELOPPEMENT

Je laisse complètement de côté la première phase, celle de la première coquille embryonnaire décrite par Jackson sous le nom de *prodissoconque* dans un grand nombre de types, et par M. Munier-Chalmas sous le nom de *protodiostracum* chez *Cyrena antiqua*, *Ostrea*, etc.

Aux premiers stades de développement de la coquille définitive (*dissoconque* ou *deutodiostracum*) deux cas sont à considérer.

Premier type embryonnaire. — Ce type a été décrit par M. Munier-Chalmas chez *Cyrena antiqua*. Je l'ai observé chez *Lucina neglecta*, *Lutetia* sp., *Cytherea Deshayesiana* du miocène de Dax, chez *Tapes*

decussata (actuel) et dans un assez grand nombre de formes différentes qu'il m'a été impossible de déterminer (fig. 21, 1, page 139).

La ligne cardinale est déjà courbée, et les crochets un peu indiqués. Le ligament est logé dans une fossette triangulaire obliquement dirigée en arrière, partant du sommet. Le plateau cardinal est encore très peu développé. Il s'y forme, à chaque valve, de chaque côté du ligament, des bourrelets faiblement saillants, qui alternent d'une valve à l'autre, et que nous pouvons appeler *lamelle primitive*; ils apparaissent d'abord du côté antérieur. A la valve gauche, existe une seule de ces lamelles, séparée par un sillon du bord de la coquille qui est tranchant. A l'autre valve existent deux lamelles; l'une, dorsale, n'est que le bord épaissi de la coquille et vient se loger dans le sillon indiqué à la valve gauche; le sillon qui les sépare reçoit le bourrelet de la valve gauche. Les lames antérieures, les premières formées, donneront naissance aux dents latérales antérieures et aux dents cardinales. On peut les appeler lames latéro-cardinales. Les lames postérieures, dans toutes les Eulamellibranches ne donneront que les dents cardinales postérieures (fig. 4, 12, etc).

Sur une coupe transversale intéressant les deux valves on trouvera donc de chaque côté 3 lamelles, que nous pouvons numérotter, en commençant par le bord ventral, I, II, III; I et III appartenant à la valve droite, II à la valve gauche. Très fréquemment, dans la suite du développement, le bord cardinal de la valve gauche, d'abord tranchant, pourra s'épaissir en un bourrelet, qui formera une nouvelle lamelle dorsale IV, et par suite à la valve droite, la lame III s'écartera du bord de la coquille dont elle sera séparée par un sillon.

Deuxième type embryonnaire (fig. 1). — J'ai observé une deuxième forme de coquille embryonnaire seulement dans deux types, *Lasaea rubra* (Erycinidé), et *Modiolarca fuegiensis* (Cypricardiidé), toutes deux du Cap Horn. Dans le second cas, les embryons se trouvaient en très grand nombre dans les coquilles rapportées dans l'alcool par l'expédition du Cap Horn; dans le premier, les matériaux ont été trouvés dans des sables d'une autre localité, mais l'abondance des matériaux m'a permis de suivre le développement jusqu'à l'adulte. Dans ces deux cas, la dissoconque embryonnaire est allongée, avec une charnière rectiligne, sans sommets saillants. Le plateau cardinal, peu développé, porte encore un ligament interne, obliquement dirigé en arrière, un peu rapproché du bord postérieur. Assez loin de ce ligament chaque valve présente un léger tubercule de chaque côté, au lieu des lames allongées du cas précédent; ceux

de la valve gauche sont du côté dorsal par rapport à ceux de la valve droite. Plus tard à cette dernière apparaissent deux nouveaux tubercules situés plus près du ligament et du bord dorsal ; il est clair que ces petites dents saillantes représentent les lames primi-

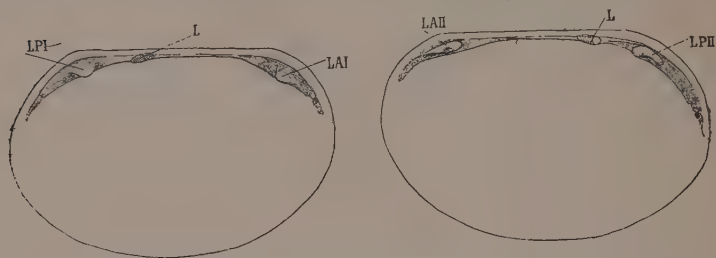


Fig. 1. — *Modiolarca fuegensis* (actuel. Cap Horn). — Dissoconque embryonnaire, encore contenue entre les valves de la mère (0,55 mill.).

tives du cas ordinaire, et qu'on peut les numérotter I et III pour la valve droite et II pour la valve gauche. Ce cas ne diffère donc pas typiquement du précédent. Nous verrons plus tard le développement ultérieur de ces deux formes.

DÉVELOPPEMENT DU LIGAMENT

Le développement du ligament a été suivi par M. Munier Chalmas chez *Pectunculus*, *Ostrea*, *Cyrena*, *Crassatella*, et d'autres types encore. J'ai pu moi-même chez *Nucula*, *Pectunculus*, *Arca*, *Mytilus*, *Modiola*, *Modiolarca*, *Lasæa*, *Lucina*, *Crassatella*, *Cytherea*, *Venus*, *Mactra*, *Donax*, me convaincre que le ligament au début est toujours interne, logé dans une fossette triangulaire dirigée obliquement en arrière. On voit que ce fait important s'applique non-seulement aux Hétérodontes, mais aussi à ceux des Taxodontes et Anisomyaires dont le ligament est le plus franchement externe à l'état adulte. Il résulte de là qu'il n'est pas légitime de considérer, comme l'a fait Neumayr dans un très intéressant travail publié après sa mort par le professeur Suess (1), le cas du ligament externe comme phylogénétiquement antérieur à l'autre. Les points de phylogénie établis par le regretté paléontologiste sur ce principe, reposent sur un fondement inexact. Il n'est pas impossible cependant que quelques formes à ligament interne ne dérivent des autres

(1) NEUMAYR, *Denk. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien*, 1891.

par une sorte d'arrêt de développement, ou mieux, comme nous allons le voir, par un changement dans les directions de croissance, mais cela est encore bien difficile à démontrer actuellement, sauf dans quelques cas (*Donax*).

On sait que le ligament croît en longueur par son extrémité la plus éloignée du sommet, et que les parties anciennement formées ne se détruisent pas. On peut appeler *glande ligamentaire* la surface de la crête palléale dorsale chargée de la sécrétion du ligament. La disposition de ce dernier tient tout d'abord à la valeur de l'accroissement intercalaire de la crête palléale comprise entre le sommet et la glande ligamentaire. Si l'accroissement tangentiel est faible et l'accroissement dorso-ventral seulement égal à lui, le ligament reste interne, incliné plus ou moins en arrière (*Crassatella*); si l'accroissement dorso-ventral l'emporte, il se forme un cuilleron saillant du côté ventral (*Myides*, *Anatinides*). Si l'accroissement tangentiel est très grand, le ligament prend une position très oblique en arrière, c'est le cas le plus général. On observe alors tous les passages entre le cas du ligament interne (*Lucinopsis*) et celui du ligament externe (*Cyrenides*, *Venerides*, etc.). Le ligament est externe s'il se développe un nouveau repli calcigène du manteau, dans le plan médian, entre la glande ligamentaire et le sommet. Ce repli sécrétant du calcaire sur ses deux faces, détermine la formation des *Nymphes ligamentaires*, séparant l'une de l'autre les deux moitiés symétriques du ligament à son bord dorsal; la continuité du ligament s'établit par une sorte de pont au-dessus de ces lames, et, sur les côtés, le ligament est enchâssé dans un *sillon ligamentaire*. Mais d'autre part, la portion sécrétrice du ligament étant constituée par la même crête saillante du manteau qui sécrète la nymphe, ne peut exister qu'en arrière de celle-ci, et le ligament aura toujours une portion terminale, *interne*, logée dans une fossette que nous appellerons *fossette ligamentaire secondaire*. C'est par là que s'accroît le ligament externe en glissant pour ainsi dire sur le bord de la coquille d'avant en arrière, suivi dans son accroissement par la nymphe ligamentaire. On peut se convaincre de ces faits presque évidents par l'examen des stries d'accroissement d'une coquille quelconque et par la dissection du manteau. J'ai d'ailleurs observé directement l'apparition des nymphes ligamentaires dans plusieurs cas (*Lucina*, *Cytherea*, *Donax*).

L'importante de cette fossette ligamentaire secondaire me paraît avoir été méconnue. Elle peut être considérée, morphologiquement, comme la continuation de la fossette primaire; elle est très rare-

ment (Unionidés, Tridacnids) franchie par les lames postérieures, et alors cela n'a lieu que par suite de la position du ligament tout à fait en dehors du plateau cardinal. Elle est un point de repère excellent pour la détermination des productions antérieures et des productions postérieures de la charnière.

Il y a donc toutes les transitions entre le cas du ligament intérieur et celui du ligament externe (*Lucinidés*): cela tient uniquement au développement poussé plus ou moins loin de la crête palléale qui sécrète les nymphes, celles-ci peuvent même s'établir tardivement au travers du ligament (*Mactra*) et il y a alors deux ligaments simultanés. Les cas particuliers les plus intéressants (*Rangia*, *Isocardia*, *Mésodesmatidés*) seront examinés plus loin.

INFLUENCE DE LA DISPOSITION DU LIGAMENT SUR LA ROTATION DES CROCHETS ET L'ACCROISSEMENT DE LA COQUILLE

Nous avons vu que le ligament au début est situé dans une fossette oblique, dirigée en arrière du sommet et que le ligament

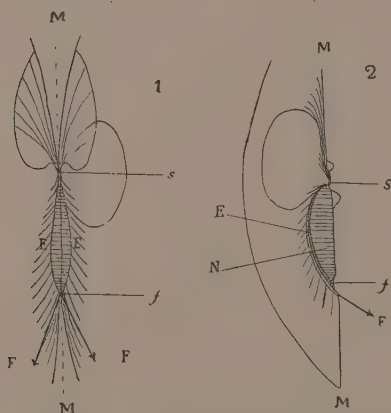


Fig. 2. — Relations entre la croissance du ligament et la rotation des crochets. 1, *Cytherea Chione*; 2, *Donax*. vus par le côté dorsal. s, sommet; f, place de la fossette ligamentaire secondaire; N, nymphes ligamentaires; E, direction suivant laquelle se prolongera le bord extérieur du ligament; MM, plan médian.

jusqu'au sommet; du côté antérieur au contraire les stries s'infléchissent et concourent toutes au sommet.

s'accroît toujours par sa portion interne, que nous appelons la *fossette secondaire* (fig. 2, f). Quelle que soit la position du ligament, la zone calcigène qui sécrète le tour même de la valve, indépendamment du plateau cardinal, est interrompue par la glande ligamentaire. On peut s'en convaincre en examinant une coquille à ligament externe (*Cytheree*, *Cyprine*, etc.), par la face dorsale; on voit les stries d'accroissement du côté postérieur couper, très obliquement il est vrai, le sillon ligamentaire L, s'interrompre par conséquent et ne pas aller

Le ligament s'accroît donc surtout dans le sens tangentiel sf et, en première approximation, on peut considérer cette ligne comme le lieu des points où l'accroissement radial de la coquille est nul. Les choses se passent donc comme si, pour s'accroître, les deux valves s'écartaient progressivement l'une de l'autre en tournant autour du ligament comme charnière, les apports successifs de calcaire tendant à remplir l'espace laissé vide entre les deux valves. Or, comme au voisinage du sommet l'accroissement est nul en arrière et augmente assez rapidement en avant, les crochets paraissent s'enrouler de plus en plus du côté postérieur. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer une coquille à ligament externe et de l'ouvrir autour de son ligament comme charnière. Par suite, dans tous les cas où le ligament est externe, les crochets sont forcément enroulés du côté opposé au ligament.

En réalité, dans les exemples mêmes que nous avons considérés, les choses ne se passent pas tout à fait aussi simplement. Lorsque la glande ligamentaire se déplace dans le sens tangentiel, elle viendra s'établir sur une portion de la coquille qui s'est accrue déjà dans le sens radial, parce que la zone calcigène du manteau reparaît immédiatement en arrière de la glande ligamentaire et le bord de la coquille s'accroît aussitôt après la fossette f (fig. 2, A). Donc cette fossette se déplacera non pas suivant la ligne S/M de séparation des valves, mais suivant une oblique fF ; le ligament s'accroît donc faiblement dans le sens radial et le lieu des points tels que f sera une courbe SEF. La coquille en s'accroissant s'ouvre donc ainsi un peu, même suivant son ligament; l'effet produit est inverse du précédent, ce qui diminue d'autant l'enroulement apparent des crochets.

Il sera facile, dans chaque cas particulier, de tenir compte de ces deux facteurs inverses. Plus le ligament s'étendra loin en arrière du sommet, et plus la coquille aura une tendance à s'ouvrir du côté antérieur, et plus les crochets tourneront en avant. Mais d'autre part, plus l'accroissement radial sera rapide en arrière du ligament et plus les crochets auront une tendance à rester perpendiculaires au plan médian.

C'est ainsi que chez les Tellines les crochets sont très peu enroulés parce que le ligament est très large quoique très allongé en même temps. Au contraire, chez les Cypricardes, où le ligament est très court, les crochets sont très enroulés parce que, en arrière, l'accroissement tangentiel l'emporte de beaucoup sur l'accroissement radial; les stries d'accroissement sont très serrées sur tout le bord dorsal postérieur et la coquille s'allonge en arrière.

Nous passons ainsi aux formes à crochets fortement spiraux comme *Chama* et *Isocardia* (fig. 3). Dans ce cas l'on peut voir que les stries d'accroissement, du côté postérieur, forment avec le sillon ligamentaire un angle extrêmement aigu ; l'accroissement transversal du ligament est donc très faible par rapport à son accroissement tangentiel. C'est le contraire qui arrive du côté antérieur,

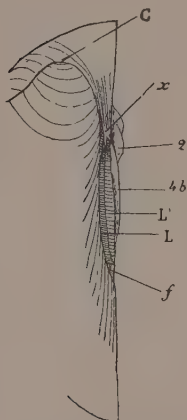


Fig. 3. — Charnière de la valve gauche d'*Isocardia cor*, vue par la face dorsale. Le sommet est caché sous le crochet C. 2, 4b, dents cardinales ; L, sillon ligamentaire ; L', nymphé ligamentaire ; f, fossette secondaire ; x, partie du bord de la coquille nouvellement accrue, et recouvrant en partie les portions anciennement formées du ligament.

d'abord que les crochets tournent rapidement, et que le ligament lui-même prend une disposition spirale. Mais, par suite, une faible partie seulement du ligament reste active, car le côté antérieur déborde progressivement sur le côté postérieur en x, comme si le bord de la coquille dans son ensemble tournait autour d'un axe transversal, d'avant en arrière.

Ligament interne. — Nous avons vu qu'il n'y avait pas de différence fondamentale entre les cas où le ligament est externe, et celui où il est interne. Les considérations précédentes s'appliquent évidemment à tous les cas où le ligament occupe une place étendue en arrière du sommet, c'est-à-dire quand son accroissement transversal l'emporte sur son accroissement tangentiel.

Examinons maintenant ce qui se passe quand le ligament est, non plus marginal, mais tout à fait interne. Dans ce cas, il est ordinairement dirigé obliquement d'avant en arrière (*Mya*, *Corbula*, etc.). Ordinairement la zone calcigène n'est plus interrompue qu'en face du sommet, et les stries d'accroissement viennent toutes converger

en ce point ; mais l'accroissement transversal étant encore plus rapide du côté antérieur, les crochets tournent encore de ce côté. Les Mactridés, où existe un court ligament externe, font à cet égard la transition.

La zone calcigène peut alors réapparaître même en face du sommet, et recouvrir les portions anciennes du ligament, qui est alors lassé dans un tunnel (*Rangia*). Alors les sommets sont éloignés du bord cardinal, et l'accroissement transversal se fait sur tout le

pourtour, mais avec une plus faible intensité, en face du ligament, et les crochets sont toujours prosogyres.

Dans tout ce qui précède, il ne faut pas perdre de vue que l'enroulement des crochets se ralentit de plus en plus à mesure que l'animal grandit, l'accroissement tangentiel du ligament étant en partie compensé en épaisseur. L'enroulement des parties jeunes observées au sommet de la coquille est en relation, non pas avec la disposition du ligament chez l'adulte, mais avec sa disposition à l'âge correspondant ; si celle-ci se modifie, la forme géométrique de la croissance se modifie aussi. Cela est indispensable à noter pour expliquer les cas qui suivent et qui sont en contradiction apparente avec les règles qui précèdent.

Crochets opisthogyres. — On sait que les *Donax* sont opisthogyres. Cependant la portion essentielle externe du ligament est en arrière du crochet. La portion interne située sous le crochet et un peu en avant, manque souvent et est peu développée. Comme elle est située en avant du sommet, on pourrait être tenté de la considérer comme développée avant l'autre, et avortée dans certains cas (1). Mais, au contraire, on peut observer qu'elle s'est développée par une sorte de débordement en avant du ligament externe qui vient s'établir sur des dents déjà développées. Le développement que nous avons indiqué plus haut nous permet de trancher la difficulté. Au début, la fossette primitive située comme d'habitude en arrière des premières dents, est notablement en avant du sommet qui, par suite, s'enroule en arrière. Peu à peu cependant les dents et la fossette occupent leur place habituelle, et le ligament est refoulé au dehors par une forte nymphe. Il semblerait alors que l'enroulement doive changer de sens, et il est manifeste en effet dans beaucoup de cas qu'il s'atténue notablement. Mais en observant les stries d'accroissement postérieur, on voit qu'elles coupent le sillon ligamentaire sous un angle bien moins aigu que d'ordinaire ; et le sillon ligamentaire est très arqué, l'accroissement transversal de ce côté est plus rapide que celui du côté antérieur et le crochet reste oposthogyre.

Les *Mésodesmatidés* qui sont aussi opisthogyres et dont le ligament est interne ne présentent pas ce même phénomène : chez eux le ligament est nettement dirigé en avant.

Conclusion. — De tout ce qui précède il résulte que l'enroulement des crochets est lié uniquement à la direction de croissance du

(1) Nous étudierons le développement des *Donax* dans une seconde note.

ligament : suivant que la partie active, ou bien la plus active, du ligament est en arrière, au milieu ou en avant du sommet, les crochets seront prosogyres, médians ou oposthogyres. Quoique je n'aie pas l'intention de traiter ici des Taxodontes et des Anisomyaires, je puis dire que les mêmes lois y trouvent leur application.

Il n'y a donc pas lieu de chercher des différences fondamentales entre les formes prosogyres et les formes opisthogyres, ni de chercher à reconnaître si ces dernières sont *inverses* des précédentes (au sens où l'on entend ce mot chez les Chamacées) et toutes s'orientent de la même façon. Si ces caractères sont commodes à apprécier et peuvent servir à la définition des genres, ils ne peuvent servir à la délimitation des coupures importantes.

DÉVELOPPEMENT DES DENTS CARDINALES

On peut dire que le développement des dents cardinales se produit toujours suivant un type schématique unique pour tous les Eulamellibranches, les différences chez l'adulte proviennent soit de l'arrêt plus ou moins rapide du processus, soit d'inégalités dans les directions d'accroissement. Nous étudierons d'abord le cas que nous considérons comme le plus simple, celui des formes qui ont deux dents cardinales à chaque valve chez l'adulte.

1^{er} cas. — *Types des Lucines* (fig. 4). Développement suivi chez *Lucina neglecta* (Miocène de Dax), *Astarte compressa* (Hammerfest), *Cardita imbricataria* (Lutétien, Montmirail, Chaumont).

Valve droite. — (Stade A). L'extrémité postérieure de la lame dorsale antérieure III se renfle en une sorte de bouton saillant (3). Peu à peu ce renflement s'accroît du côté ventral, et forme une lamelle oblique, parallèle au bord de la fossette ligamentaire (B, 3b); c'est le rudiment de la dent cardinale postérieure : on doit la considérer comme un prolongement coudé de la lamelle primitive. Celle-ci, quelque temps après (C, D), s'écarte du bord cardinal dans la région qui est immédiatement en avant du sommet, et délimite ainsi un sillon où pourra venir se loger la lamelle IV de l'autre valve si elle se différencie. Cette portion plissée (3a) se séparera bientôt de la partie postérieure de la lame, et deviendra la dent cardinale antérieure. La lame, qui ne se développe pas en arrière, deviendra la dent latérale antérieure (LA 1). Du côté postérieur au ligament, il ne se passe rien de particulier, et les dents latérales postérieures ne sont autre chose que les lamelles primitives (LP 1).

Valve gauche. — Pendant ce temps, à la valve gauche, au bord

cardinal antérieur, qu'il soit ou non épaissi, apparaît tout près du sommet un petit mamelon qui s'accroît de haut en bas, en suivant de très près le bord de la fossette (D, 4b) : c'est la dent cardinale antérieure. On doit la considérer comme un repli de la lame IV, cette lame pouvant d'ailleurs fort bien ne se développer que suivant cette dent. La lame II, ventrale, envoie un prolongement 2 qui s'accroît de haut en bas, en se dirigeant vers le sommet. C'est le rudiment de la dent

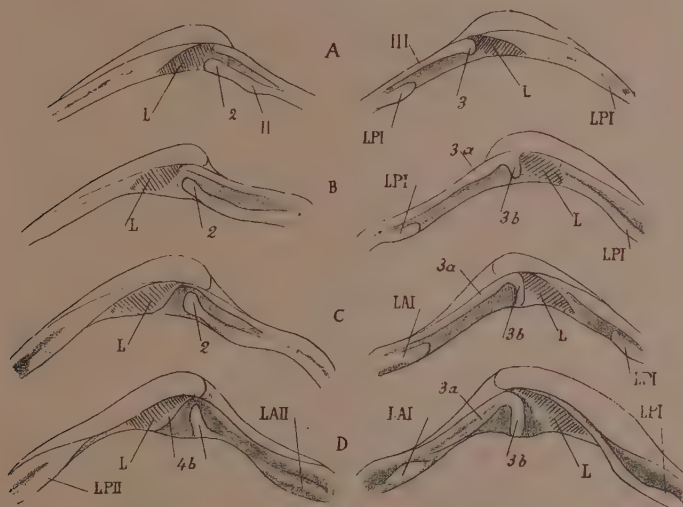


Fig. 4. — Développement de *Lucina neglecta* (Miocène de Dax). A gauche, valves gauches ; à droite, valves droites. A, stade de 0,4 mill. ; B, 0,6 mill. ; C, 0,8 mill. ; D, 1,2 mill. Pour l'explication des lettres, qui seront constamment employées dans ce travail, voir le paragraphe suivant. (A gauche des valves gauches pour A et L, lire LA I au lieu de LP I.

cardinale antérieure qui se détachera de la portion postérieure de la lamelle ; cette dernière portion deviendra la dent latérale antérieure. (Il est tout à fait évident que chacune des valves présente à chaque instant en creux la même conformation que l'autre en relief).

2^e cas de développement. — Type Cyrène. — Ce développement a été suivi par M. Munier-Chalmas chez *Cyrena antiqua*. Les Cyrènes présentent un intérêt spécial, parce que ce sont les seules formes où toutes les productions normales, cardinales ou latérales sont bien développées. J'ai suivi moi-même le développement chez plusieurs types de Vénérédés (*Cytherea Deshayesiana* Bast. et *C. ericynoides*, *Venus ornata* et *V. Basteroti* de Dax, *Tapes decussata* (actuel). Dans une foule de formes on peut retrouver, même très tard, des

dispositions indiquant que le développement s'est fait suivant le même type, et permettant la comparaison morphologique (fig. 5).

La charnière passe d'abord par une phase identique à celle qui est indiquée dans le type Lucine, les dents mentionnées apparaissant les premières. Mais bientôt, à la valve gauche, la dent cardinale antérieure, ascendante (2), devient bifide, et s'échancre de plus en plus ; sa moitié postérieure 2*b* s'accroît en descendant, et forme avec la

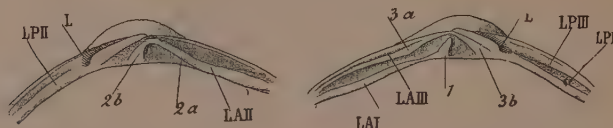


Fig. 5. — *Cyrena Gravesii* Suessonien, 1 5 mill. Le ligament est déjà externe et bordé par une aympe.

moitié antérieure un V assez aigu. Entre les branches de ce V vient s'engager une nouvelle dent de la valve droite apparue comme un repli ascendant de la lame ventrale I, situé entre les deux dents d'origine dorsale. Ces deux productions nouvelles deviennent respectivement, à chacune des valves, la dent cardinale médiane.

NOTATIONS EMPLOYÉES

Nous nous sommes arrêtés, M. Munier-Chalmas et moi, à une notation indiquant pour chaque dent à la fois son origine et sa position. Dans la grande majorité des cas, on doit considérer les dents comme provenant ainsi de deux paires de lamelles à chaque valve. Chacune portera un numéro en chiffre arabe correspondant à celui de la lamelle qu'elle provient. Si une lamelle donne deux dents cardinales, elles seront distinguées par les lettres *a* et *b*, *a* étant la dent antérieure et *b* la dent postérieure. S'il y a lieu de dénommer des fossettes, elles prendront la désignation *accentuée* de la dent qui s'y engage. Les dents latérales seront désignées par LA et LP suivi d'un chiffre romain ; les dents cardinales par CA : M. Munier-Chalmas fait observer à cet égard qu'il ne faut pas préjuger du cas où les lames postérieures pourraient aussi donner des dents cardinales qui seraient alors désignées par CP. Toutefois, pour tous les groupes étudiés dans le présent mémoire, comme il n'y a jamais de cardinales postérieures, je crois possible de supprimer provisoirement pour simplifier la notation les lettres CA. Enfin, si une dent avorte, M. Munier-Chalmas l'indique

par le signe 0, accompagné d'un indice indiquant quelle est la dent qui avorte (0^{2b}). Il est facile de se rappeler que le numérotage part toujours du centre et que la dent 1 est la *dent cardinale médiane droite*. Voici d'ailleurs la synonymie de ces notations avec les dénominations usuelles prises dans les cas, assez rares d'ailleurs, où il ne peut exister de confusion (Lucines, Cyrènes, Vénéridés).

<i>Valve droite</i>	CA 1	Dent cardinale médiane.
	— 3a	— — antérieure.
	— 2b	— — postérieure.
	LA I	Dent latérale antérieure ventrale.
	— III	— — — dorsale.
	LP I	Dent latérale postérieure ventrale.
	— III	— — — dorsale.
<i>Valve gauche</i>	CA 2a	Dent cardinale antérieure.
	— 2b	— — médiane.
	— 4b	— — postérieure.
	LA II	Dent latérale antérieure.
	LA II	— — postérieure.

Remarque. — Les nombres impairs se rapportent tous à la valve droite, les nombres pairs à la valve gauche. Quand deux dents sont soudées on pourra les réunir par le signe .

DÉVELOPPEMENT ULTÉRIEUR

Dans la plupart des cas, la complication ne dépasse pas le degré où elle est arrivée chez les Cyrènes : les dents cardinales s'étirent de plus en plus dans le sens dorso-ventral et viennent se rejoindre au sommet, si bien que chez l'adulte il sera quelquefois impossible de distinguer leur origine dorsale ou ventrale. Mais souvent aussi les dents provenant d'une même lame restent en continuité (par exemple 2a et 2b, 3a et 3b), et leur communauté d'origine est manifeste. La division peut même ne pas se faire et on désignera la lame simplement par 2 ou par 3.

D'autre part, la charnière peut se compliquer encore par addition de dents nouvelles qui apparaissent tôt ou tard, et restent moins développées que les dents habituelles. Ces productions se manifestent toujours *du côté dorsal* : c'est d'abord à gauche une lame postérieure dorsale (LP IV) qui existe chez les Unionidés, très développée, et qui est rudimentaire chez certaines Astartes. Puis, à la même valve, un épaississement du bord cardinal antérieur, visible aussi chez quelques Astartes, et qui sera noté 4a, A la

valve droite, d'autres productions cardinales pourront se produire aussi au-dessus de la lame III et proviendront d'une lame V (voir Cyprinidés, Astartidés et surtout *Vénérédés*. On les numérotera naturellement 5a et 5b ; enfin il peut même y avoir une 6^e lame à la valve droite. Il est clair que la notation se prête à un nombre quelconque de lames ; ces dernières apparaissent donc, du côté antérieur, comme des sortes d'arcs de cercle concentriques autour de la dent 1 (fig. 6). En général, la considération de 4 lames suffit pour expliquer la constitution de la charnière. Dans tous les types étudiés dans le présent mémoire, les lames V et VI se développent tardive-

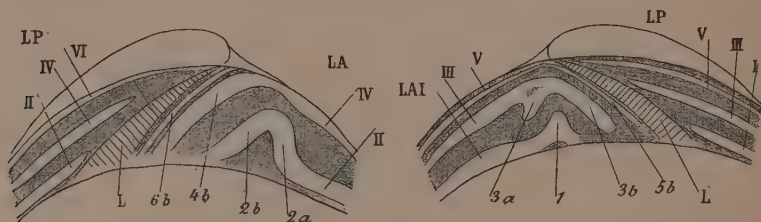


Fig. 6. — Schéma indiquant la disposition théorique des dents de la charnière, dans le cas de 6 lamelles, en supposant les lames encore indivises.

ment et leur présence n'est pas constante dans le même genre, et parfois même dans la même espèce (Cyprinidés, *Vénérédés*, Astartidés, etc.) (1).

Nous pouvons donc employer des formules indiquant à la fois la position et l'espèce des dents d'une charnière. [L] désignera la position de la fossette interne du ligament, qu'elle soit primitive ou secondaire ; elle délimitera le côté antérieur du côté postérieur. Si le ligament recouvre une dent ou bien est débordé par elle (*Corbulidés* ou *Macridés*) on mettra L en numérateur ou en dénominateur. Si une dent manque, on pourra la remplacer par O toutes les fois qu'on voudra mettre en évidence son avortement ; si elle a seulement une tendance à s'effacer dans certains types de mêmes groupes on pourra la mettre entre parenthèse.

La formule des Cyrènes sera donc la suivante :

$$\begin{array}{l} \text{Valve droite} \quad LA \quad I : III \mid CA \quad 3a : 1 : 3b : \mid L \mid LP \quad I : III \\ \text{Valve gauche} \quad LA \quad II : \mid CA \quad 2a : 2b : 4b \mid L \mid LP \quad II \end{array}$$

(1) C'est pour cette raison que j'ai modifié, suivant l'avis de M. Munier-Chalmas, la notation que j'ai donnée dans une note préliminaire, où je numérotais les lames à partir du bord dorsal.

Celles des Lucines sera :

V. Dr.	LA I : III	CA 3a : O ¹ : 3b :	L	LP I : III
V. G.	LA II	CA 2a : O ^{2b} : 4b	L	LP II

Que l'on peut abréger ainsi :

V. Dr.	LA I : III	3a : 3b :	L	LP I : III
V. G.	LA II	2a : 4b	L	LP II

II. — Étude spéciale des principaux types

Les variations qu'on observe dans les charnières des Eulamellibranches par rapport aux deux types considérés plus haut, sont dues aux causes suivantes :

1° Avortement plus ou moins complet de certaines dents, ou manque de différenciation.

2° Apparition de dents supplémentaires.

3° Déplacement du ligament pendant sa croissance ; son empiètement sur les régions occupées morphologiquement par des dents.

J'étudierai successivement les familles où la dent centrale 1 ne se développe pas (types à 2 dents cardinales), puis celles où cette dent se développe (types à 3 dents cardinales) en commençant chaque fois par les formes à ligament externe. Il va sans dire qu'il ne faut voir dans ce groupement qu'un procédé d'exposition et nullement une tentative de classification. Il n'y est provisoirement en effet tenu aucun compte des caractères anatomiques, ni de l'existence ou de l'absence d'un sinus palléal.

A. — Formes où la dent 1 ne se développe pas (2 dents cardinales)

ASTARTIDÉS. — *G. Astarte*. Développement d'*Astarte compressa* (Hammerfest). — Les figures 7, relatives aux plus jeunes individus observés montrent, à la valve droite, l'origine dorsale des dents cardinales, en continuité avec LA III, et à la valve gauche, l'origine ventrale de la dent cardinale antérieure 2. On voit que la lame ventrale I ne se développe que dans la région antérieure ; quant aux lames postérieures, il y en a deux à la valve gauche, et une seule à la valve droite, contrairement à ce qui a lieu habituellement. On les numérottera par suite LP II, III et IV ; LP I n'apparaît pas dans ce type.

Morphologie. — Le genre *Astarte* présente de grandes variations. Les unes proviennent d'un léger arrêt de développement, avant

que les dents cardinales soient tout à fait individualisées. Ainsi *LA II* et 2 restent en continuité, quoique cependant distinctes, chez *A. Reimersi* Semp. et *A. sulcata*. Chez *A. compressa*, *2a* n'arrive pas jusqu'au sommet du plateau cardinal. A la valve droite, *3a* est généralement réduit à un bourrelet peu marqué, le long du bord cardinal (*A. arctica*, *A. Omalii* ainsi que *LA III* qui peut même disparaître.

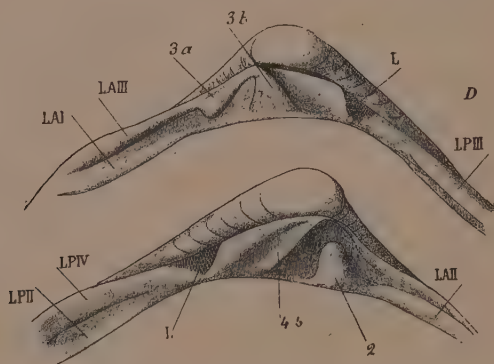


Fig. 7. — *Astarte compressa* (actuel) Hammerfest. (0,8 mill.).

D'autres variations sont déterminées par l'apparition de dents supplémentaires. Il existe souvent à droite, sur la nympe ligamentaire, une faible crête, représentant la dent *5b*, qui avorte d'ordinaire à cette place (*A. compressa*, *A. perplana*); mais cette dent devient aussi forte que *3b*, dans *A. arctica*. De même, à la valve gauche on voit souvent se constituer une lame dorsale *LA IV*, plus faible que *LA II*; et enfin, le long de la nympe ligamentaire apparaît encore une nouvelle lame très faible *6b* (*A. Reimersi*, *A. arctica*). La formule complète des *Astartes*, en y comprenant toutes les productions qui peuvent exister, serait

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad LA I : III \mid 3a : O^1 : 3b : (5b) : \mid L \mid LP (I) : III \\ \text{V. G.} \quad LA : II : \mid 2a : O^{2b} : (4b) : (6b) \mid L \mid LP : II : (IV) \end{array}$$

mais dans la plupart des espèces elle se réduit considérablement

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad LA I \mid (3a) : 3b : \mid L \mid LP : III \\ \text{V. G.} \quad LA : II \mid 2a : 4b \mid L \mid LP II \end{array}$$

Le fait le plus remarquable dans le genre *Astarte*, c'est donc l'importance exceptionnelle des lames IV, tant en avant qu'en arrière du ligament.

CRASSATELLIDÉS. — *Développement*. — Le développement se fait très lentement et peut être facilement suivi, par exemple, sur *C. lamellosa*, *C. compressa* et *C. plumbea* (fig. 8). Le ligament est pendant longtemps dans une fossette oblique qui atteint le bord ventral du plateau. A la *valve droite*, on observe la continuité de la lamelle III, dont l'extrémité recourbée forme la dent cardinale *3b*.

A la *valve gauche*, on observe de même une dent cardinale *4b* en continuité avec le bord de la coquille ; l'autre dent *2a* est la continuation de la lame ventrale, et n'arrive pas jusqu'au sommet. A ce



Fig. 8. — Stade peu avancé de *Crassatella lamellosa* et autres espèces (0,7 mill.). La dent *4b* est plus distincte que chez l'adulte, où le ligament tend à déborder sur elle.

stade, *Crassatella* est identique à de très jeunes *Lucines* ou *Astartes*, mais cet état se conserve jusqu'à une taille beaucoup plus considérable, pour laquelle, dans ces genres, le ligament serait déjà externe. La formule typique de *Crassatella* est donc :

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad \text{LA (I)} \mid 3a : 3b - \mid \text{L} \mid \text{LP (I)} : (\text{III}) \\ \text{V. G.} \quad \text{LA (II)} \mid 2a : 4b \mid \text{L} \mid \text{LP (II)} \end{array}$$

On sait que chez beaucoup de *Crassatelles* adultes, la fossette ligamentaire cesse de s'accroître au bord ventral et le ligament n'atteint pas alors le bord du plateau. Par suite la dent *4b*, qui était d'ordinaire réduite à une mince lamelle du bord du ligament, reparaît comme une forte dent saillante juste au-dessous de la fossette. *C. plumbea* est l'exemple le plus typique.

CARDITIDÉS. — *Développement de Cardita imbricata* Lutétien. — (Fig. 9).

Valve droite. — La lame ventrale I est peu saillante et se développe seulement tout à fait en avant. Elle s'oblitére en général chez l'adulte.

La lame dorsale se replie de bonne heure et s'élargit à son bord ventral pour former la grande dent cardinale postérieure triangulaire (*3b*).

Valve gauche. — La lame ventrale II apparaît comme une saillie triangulaire du bord ventral du plateau ; elle ne se développe pas

en avant, de sorte que *LA II* fait défaut; cette dent s'accroît du côté du sommet et devient *2a*. En même temps *4b* s'est développé comme une forte saillie auprès du ligament, et ces deux dents ne sont pas réunies auprès du sommet.

Morphologie. — L'interprétation de la formule des Cardites ne présente donc aucune difficulté. A la *valve droite*, *3a* reste en général confondu avec le bord de la coquille, qui souvent (*Venericardia*) est, comme on sait, fortement replié du côté ventral; ce bourrelet peut devenir très peu marqué (*C. imbricataria*, *C. scalaris*, *C. Partschi*). Chez *C. aviculina*, au contraire, il se relève en une véritable dent saillante. *3b*, au contraire, s'allonge et se développe beaucoup et se confond parfois avec le bord cardinal épaissi (*C. aviculina*). Il se développe de plus parfois, chez les individus âgés, une nouvelle lamelle dorsale très faible (*5b*) le long de la nymphe ligamentaire (*C. aviculina*, *C. imbricataria*, *C. Bazini*, *C. pectuncularis*).

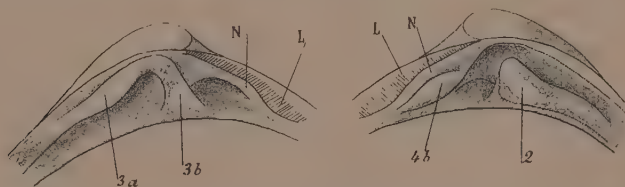


Fig. 9. — *Cardita imbricataria* (0,8 mill.). Commencement du développement de la nymphe ligamentaire N.

Valve gauche. — On peut, en général, observer que la grande dent oblique *4b* est en continuité avec le bord cardinal antérieur, souvent épaissi (*C. aviculina*, *C. Partschi*) et que la dent triangulaire *2a*, d'origine ventrale, reste en dedans du cercle ainsi formé. L'orientation de ces dents est en relation avec l'absence ou l'existence du repliement de la coquille. Si ce repli n'existe pas (*C. ambata*, *C. scalaris*) les dents *4b* et *2a* forment un angle obtus, droit ou peu aigu; si le repli est très accentué (*C. planicosta*, *C. imbricataria*) les deux dents deviennent presque parallèles.

Les dents latérales n'existent pas en général; on voit cependant un rudiment de *LA II* et de *LA I* chez *C. Bazini*, *C. senegalensis*, *C. ambata*.

La formule habituelle sera donc :

V. Dr.	<i>LA (III)</i>		(<i>3a</i>) : (<i>3b</i>) : (<i>5b</i>)		<i>L</i>	
V. G.	<i>LA (II)</i>		<i>2a</i> : <i>4b</i>		<i>L</i>	

LUCINIDÉS. — Développement. — Le développement de *Lucina neglecta*, pris pour type (fig. 4), permet d'établir la formule complète des Lucines, réalisée par exemple chez *L. columbella*.

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad LA \text{ I : III} \mid 3a : 3b : \mid L \mid LP \text{ I : III} \\ \text{V. G.} \quad LA : \text{II} : \mid : 2a : 4b \mid L \mid LP : \text{II} : \end{array}$$

Les variations qui tiennent à l'oblitération des dents dans le cours de l'âge sont trop connus pour qu'il soit utile de s'y arrêter. On sait que toutes les dents peuvent disparaître chez l'adulte.

Fimbria. — Même formule chez *F. lamellosa*; à la taille d'un demi centimètre, on voit nettement la continuité de *3a* et *3b* et la séparation de *2a* et *4b*.

Lucidinés à ligament interne. — Chez *Axinus* (*A. Sarsii*), *Loripes* (*L. edentula*), il ne se développe pas de nymphe ligamentaire. Le ligament reste alors marginal, plus ou moins interne, et la fossette ligamentaire est la continuation de la fossette primitive. Chez *Diplodonta* (*D. rotundata*) existe une nymphe qui, dans le sous-genre *Felania* (*P. sericata* Reeve) est envahie par le ligament après sa formation, ce qui détermine deux fossettes, l'une, postérieure, continuation de la fossette primitive, reliée au sommet par une rainure; l'autre peu profonde, formée par l'envahissement du ligament sur le bord ventral. Enfin, chez *Ungulina* (*U. oblonga*, *U. alba*, Sénégal), ce ligament secondaire s'étend plus loin au bord ventral, et atteint la dent *4b* dont il empêche même le complet développement dans quelques individus. Nous retrouverons ce chevauchement secondaire du ligament, en particulier chez les *Donacidés*.

B. — Formes où la dent 1 se développe, et où les dents 2a et 2b deviennent distinctes (3 dents cardinales).

CYRÉNIDÉS. — Corbicula. — Le développement des Cyrènes a été étudié d'une manière complète par M. Munier-Chalmas sur *C. antiqua*. Je n'ai observé que les derniers stades sur *C. tellinoides* et *C. Gravesii* (fig. 5). A une taille déjà grande (1^{mm}5) la charnière montre encore la continuité de *3a* et *3b* à la valve droite et de *2a* et *2b* à la valve gauche, ainsi que l'origine ventrale de la dent cardinale médiane *1* encore en continuité avec *LA I*. La formule peut donc facilement se déduire de ce stade. C'est la formule la plus complète qui se rencontre chez les Eulamellibranches : il manquerait pour réaliser le schéma le plus général que les dents latérales supplémentaires V et VI dont l'existence est si irrégulière.

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad LA \text{ I : III} \mid 3a : 1 : 3b : \mid LP \text{ I : III} \\ \text{V. G.} \quad LA \text{ II} \mid : 2a : 2b : 4b \mid LP \text{ II} \end{array}$$

Iphigenia (I. brasiliensis) : même formule.

Sphærium Scop. (*Cyclas* Brug.). Le développement de *S. corneum* (fig. 1) montre une grande lenteur de développement suivi d'arrêt avant que le stade définitif des Cyrènes soit atteint. La croissance du plateau cardinal, très faible dans le sens dorso-ventral, et très grande dans le sens antéro-postérieur, amène de plus l'éloignement extrême des dents latérales d'avec les dents cardinales. Sur des coquilles de 1^{mm} 1/2 environ, on voit encore une lamelle II, démesurément longue, recourbée à son extrémité postérieure et une dent courbe 4b. A la valve droite, 3a et 3b sont unis en une lame courbe

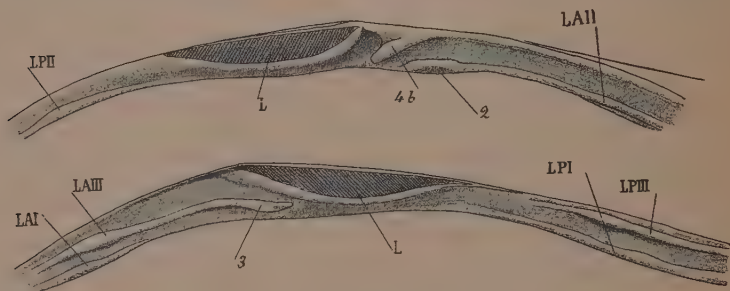


Fig. 10. — *Sphærium corneum* (1,5 mill.). La nymphe ligamentaire commence à se développer.

bifide, assez éloignée du sommet. La lame ventrale I n'envoie pas de prolongement vers le sommet; l'adulte n'aura pas de dent cardinale médiane. Le ligament est alors logé dans une longue fossette qui occupe plus de la moitié de la largeur du plateau cardinal, et dont le bord ventral est relevé. Le développement des dents latérales postérieures n'offre rien de particulier.

A un stade ultérieur (2^{mm}) LA II est très écarté de la lame recourbée (2). Celle-ci s'échancre de plus en plus mais reste indivise; 3 se comporte de même. Pendant ce temps le ligament s'allonge de plus en plus, et devient marginal, par l'accroissement dorso-ventral du plateau. La formule de l'adulte est donc :

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr. LA I : III} \quad | \quad 3 : \quad | \quad \text{L} \quad | \quad \text{LP I : III} \\ \text{V. G. LA : II} \quad : \quad | \quad 2 : 4b \quad | \quad \text{L} \quad | \quad \text{LP : II} : \end{array}$$

Mêmes observations pour *Pisidium*.

Cyrenoides Joann. (*Cyrenella* Desh.). Ce petit genre localisé au Sénégal (*C. Duponti* Desh.) mérite d'être cité par la disposition presque embryonnaire de ses dents. A la valve gauche 4b est peu

développé ; *LA II* et *2a* sont dans le prolongement l'un de l'autre mais distincts ; *2b* est vertical comme d'ordinaire. A la valve droite *1* qui est en continuité avec *LA I* peu développé vient se loger entre *3a* et *3b* qui sont aussi en continuité. Pas de dents latérales postérieures. Ce genre est placé par Zittel dans les Lucinidés, ce qui ne me paraît guère acceptable, vu la présence de la dent centrale *1*. C'est du type de *Kellya* que la charnière me paraît se rapprocher le plus ; mais le ligament est externe chez *Cyrenoides* et interne chez *Kellya*. De plus l'aspect général est bien différent. Une étude anatomique serait nécessaire pour résoudre la question.

Velorita (*V. cyprinoides* Gray, du Malabar) (fig. 11, A). Ce genre de Cyénéridés présente cet intérêt de nous permettre d'expliquer la charnière de *Rangia* dont la position systématique est discutée. Le muscle adducteur antérieur se rapproche du sommet, raccourcissant ainsi en avant le plateau cardinal ; les *DLA*, au lieu d'être très allongés comme *Corbicula* et très obliques par rapport au plateau,

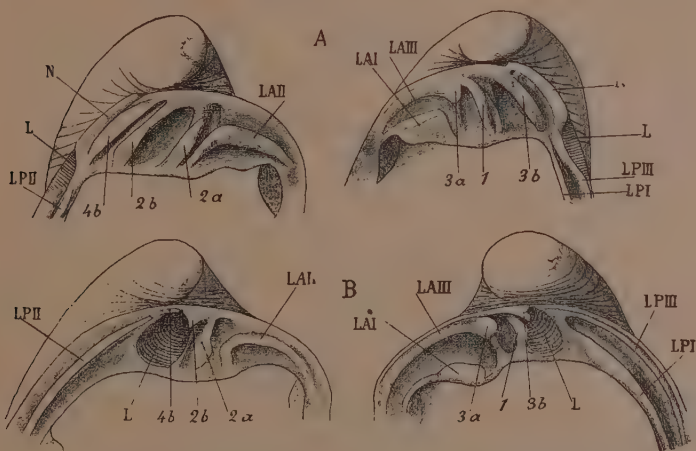


Fig. 11. — Comparaison de *Velorita* (A) à ligament externe, avec *Rangia* (B) à ligament interne : les dents *4b*, *2b*, *3b* sont rudimentaires dans ce dernier type.

restent sub-parallèles au bord du plateau. *LA II* est fortement recourbée et enveloppe complètement *LA I*. *LA III* est une simple lame, distincte du bord cardinal, et en continuité avec *3a*. *1* est une très forte dent médiane, entourée par *2a* et *2b* qui vont jusqu'au sommet. *4b* est faible, à la base de la nympe. Enfin le ligament

est court, externe ; les *DLP* sont comme chez les Cyrènes. La formule est la même que chez celles-ci.

RANGIDÉS. — *Rangia* Desm. (*Gnathodon* Gray, fig. 11, B). Ce genre intéressant est placé ordinairement parmi les Mactridés, et récemment encore Dall arrive à la même conclusion par l'étude anatomique. Neumayr, au contraire, le place près des Cyrénidés, en s'appuyant sur une forme de Cyrène à ligament interne décrite par Dunker dans la Wealdien, et aussi parce qu'il considère le type de charnière des Mactres (*Desmodontes*) comme essentiellement différent de celui des Cyrènes (*Hétérodontes*). Nous montrerons que ce dernier argument n'est pas fondé et que les Mactres ont au contraire une charnière assez voisine de celle des Cyrènes. Mais celle de *Rangia* diffère de celle des Mactridés par la présence de la dent centrale *1* qui avorte chez ces derniers. La coquille offre une analogie frappante avec celle de *Velorita* surtout chez le jeune : les *DLA* ont exactement la même disposition. Le ligament, au lieu d'être superficiel, comme d'ordinaire, s'enfonce dans une sorte de tunnel profond qui va rejoindre le sommet de la coquille ; le bord cardinal ne s'interrompt donc nulle part. Ce fait s'explique de lui-même par la considération des stries d'accroissement ; la croissance se fait par tout le tour au lieu de s'interrompre à la fossette ligamentaire ; le sommet du crochet est par suite éloigné de la fossette ligamentaire (comparer le cas d'*Isocardia cor*) ; en d'autres termes, la croissance dorso-ventrale du ligament l'emporte de beaucoup sur sa croissance tangentielle.

La partie active du ligament n'étant plus refoulée en arrière, empêche le développement des dents cardinales *4b* et *3b* dont on voit un rudiment au-dessus de la fossette ligamentaire ; la dent *3b* reparaît encore en partie le long de la fossette, chez les individus âgés. Enfin, la courbure de la dent latérale *LA III* rappelle ce qui se passe chez *Velorita*. Mais, le ligament étant situé plus en avant, les *LP*, n'étant plus gênées dans leur développement, arrivent plus près du sommet. Je ne considère pas *Rangia* précisément comme une phase embryonnaire de *Cyrena*, ce qui serait plutôt le cas des Mactridés, mais comme un type latéral, parti de la même forme embryonnaire et ayant évolué dans une autre direction par un mode d'accroissement spécial. Je me propose d'ailleurs de reprendre rapidement l'étude anatomique de ce type intéressant.

VÉNÉRIDÉS. — Le développement, suivi dans plusieurs espèces de *Cytherea* et de *Venus*, et chez *Tapes decussata*, présente les caractères normaux indiqués dans le 1^{er} chapitre de ce travail ; il ne diffère

de celui des Cyrènes que par l'absence habituelle de lamelles postérieures, que l'on retrouve parfois à l'état rudimentaire.

Cytherea (fig. 12).

V. Dr. LA I : III	3a : 1 : 3b :	L LP = 0
V. G. LA II	2a : 2b : 4b	L LP (II)

La dent 4b est une mince lamelle située à la base de la nymphe ligamentaire. LA III est très peu développée, représentée par un faible bourrelet distinct du bord cardinal. 3b est bifide et ressemble tout à fait à la grande dent 3b des Cyprines, mais plus étroite. LA II peut se rapprocher beaucoup du sommet et simuler une dent cardinale (*C. chione*); c'est elle que l'on appelle la *dent lunulaire*. On retrouve parfois les traces d'une DLP, allongée et faible.

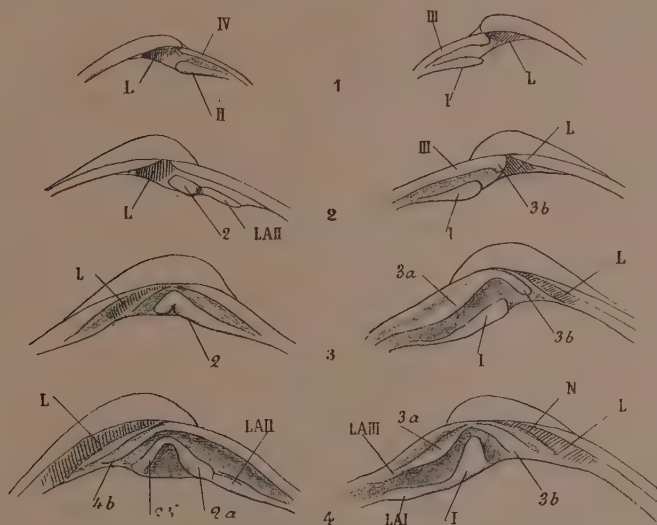


Fig. 12. — Développement de *Cytherea Deshayesiana* (Miocène de Dax). 1, 0,5 mill.; 2, 0,8 mill.; 3, 1,2 mill.; 4, 1,5 mill.

Circe montre, dans quelques espèces, une dent supplémentaire 5b, faible, à la base de la nymphe (*C. crocea*, *C. corrugata*), mais elle manque aussi fréquemment (*C. gibbia*, *C. divaricata*).

Macrocallista est remarquable par le très faible développement de 4b, qui n'est guère visible que dans les grands individus, LA II bien développé, séparé de 2a et 2b, est parallèle au bord du plateau.

Venus L.

V. Dr.	LA	O		3a	:	1	:	3b	:	(5b)		L		LP	0
V. G.	LA	O		2a	:	2b	:	4b	:			L		LP	0

En suivant le développement, on voit que pendant longtemps les lames sont tout à fait semblables à celles des Cythérées, les genres pouvant d'ailleurs être facilement distingués par les ornements qui apparaissent de bonne heure et permettent de suivre jusqu'à l'adulte. Mais bientôt la lame antérieure *LA I* ne se développe plus qu'à son extrémité antérieure ; elle est encore représentée parfois (*V. verrucosa*) par un élargissement du bord cardinal. Il en est de même de *LA II*. De même la lame III est réduite à *3a* et *3b*; *5b* manque ordinairement. L'absence de *DLA* caractérise en particulier les grandes sections *Omphaloclathrum* M., *Mercenaria* Schum., *Cate-lysia* Rœm., *Sunetta* Link est remarquable par son ligament marginal et le faible développement de *4b*.

Dosinia Scop. — Quelques espèces montrent les *DLA* : ainsi chez *D. japonica*, *D. juvenilis* on retrouve *LA I*, *LA II*, *LA III*. Dans un grand nombre d'espèces étudiées, la dent supplémentaire *5b* fait défaut (*D. exoleta*). On la retrouve dans *D. orbicularis* (Pliocène d'Asti) *D. concentrica*, *D. variegata*, *D. ponderosa* (actuel).

Tapes. — Le développement suivi dans *T. decussata* L montre bien l'origine des dents ; les lames ne se développent que dans le voisinage du sommet et les *DLA* et *DLP* n'existent à aucun stade. (Fig. 13).

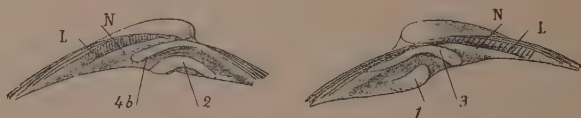


Fig. 13. — *Tapes decussata*, 1, 2 mill. (St-Vaast).

V. Dr.	3a	:	1	:	3b	:	L	
V. G.	2a	:	2b	:	4b	:	L	

Glaucomya Bronn. (*G. rugosa* Hanley). Même formulè. Un fait important est la réduction de la dent 1, encore bien marquée et atteignant encore le bord cardinal, mais beaucoup plus faible que *3a* et *3b*. Cette dernière est bifide comme habituellement. En conséquence à la valve droite *2a* est très réduit ; *2b* est la dent la plus volumineuse, mais *4b*, qui avait une tendance à la regression dans les types précédents, reste très développée. Cette tendance à

la régression de 1 me paraît présenter une importance particulière, car il peut permettre peut-être de passer de Veneridés à *Asaphis*, aux Tellinidés et aux familles voisines.

C. Formes intermédiaires entre les types A et B, ou rappelant les stades embryonnaires de B.

CYPRINIDÉS. — *Cyprina* (fig. 14). Le plus jeune individu de *C. islandica* que j'aie pu observer avait déjà 6 mill.(1). Il est cependant assez différent de l'adulte, pour que l'interprétation de la charnière ne puisse souffrir aucune difficulté. Elle présente à peu de choses près le type normal des *Astartes* (fig. 14).

Valve droite. — La lame ventrale antérieure I bien développée, se termine par une saillie conique. La lame dorsale antérieure présente nettement une portion antérieure LA III faiblement saillante et une crête antérieure 3a, en continuité avec la précédente, mais plus saillante et oblique. La saillie ventrale I est en avant de 3a, ce

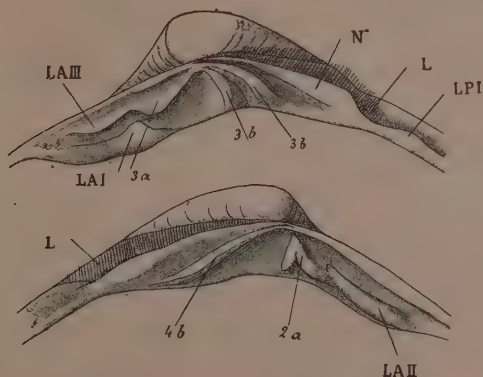


Fig. 14. — *Cyprina islandica* (Hammerfest). 6 mill.

qui doit la faire déterminer comme une dent latérale. La dent 3b est nettement dédoublée en deux lames qui font toutes deux suite à 3a. Ce fait persiste chez l'adulte où 3b est la très forte dent cardinale médiane, triangulaire, dont les deux bords sont relevés en forte crête. Enfin en arrière de la fossette ligamentaire est une DLP ventrale (LPI) saillante.

(1) Il provient de sables rapportés de Vadsø (Norwège) par M. Pouchet.

Valve gauche. — La lamelle ventrale *II* est déjà divisée en deux segments *LA II* et *2a*, mais ces deux segments sont encore en continuité ; *2a* ne s'étend pas jusqu'au sommet et est fortement bifide, caractère qui ne se retrouve pas toujours chez l'adulte, et en tous cas moins marqué. La DLP se confond avec le bord ventral du plateau.

Caractères de l'adulte. — L'adulte diffère du type précédent par la séparation complète de *3a* d'avec le bord cardinal, par l'effacement de la portion antérieure de *LA I* et aussi par l'apparition d'une nouvelle lame dorsale *5b* qui, à la valve droite, continue le bord cardinal en arrière de la fossette *4 b'*, à la base de la nympe ligamentaire jusque vers la moitié de la longueur. L'existence de cette dent supplémentaire n'est pas constante, même chez des individus de taille moyenne (3 à 5 cent.) et elle manque souvent chez les vieux individus. A la valve gauche, le fait le plus saillant est la séparation de *2a*, qui atteint presque le sommet, d'avec *LP II* qui garde la forme d'un tubercule conique.

Il peut y avoir discussion sur la dénomination à donner à la portion saillante de la dent ventrale antérieure gauche ; car elle s'engrène entre *LP II* et *2b*. Nous allons voir qu'elle est nettement homologue de la dent cardinale médiane *1* des types à 3 dents et qu'on trouve toutes les transitions entre une dent latérale et une dent cardinale.

La formule de *Cyprina islandica* en ne séparant pas cette dent de la DLP est donc :

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr. } LA : I : III \mid 3a : 3b : (5b) \mid L \mid LP I \\ \text{V. G } LA \quad II \mid 2a : 4b : \mid L \mid LP (II) \end{array}$$

(divisée)

Pygocardia (Fig. 15). — M. Munier-Chalmas a fait un genre spécial pour *Cyprina tumida* du Pliocène d'Anvers. Ici la dent ventrale



Fig. 15. — *Pygocardia tumida* (Pliocène d'Anvers), adulte. (Réduit).

droite devient nettement dent cardinale : sa portion antérieure *LA I* s'atrophie, et sa portion postérieure *1* très volumineuse arrive presque jusqu'à la lame dorsale, où la dent *3a* est à peine visible.

Elle est reçue dans une vaste fossette, creusée dans la lame II de la valve gauche; or, en avant de cette fossette, la dent est nettement formée de deux parties non encore séparées, *LA II* et *2a*. La dent en avant de la fossette, qui était *2a* dans *Cyprina*, devient *?b*. La formule paraît au premier abord très différente.

V. Dr. : *LA* (I) : III | 1 : (3a) : 3b : | L | *LP* I

V. G. *LA* II ↗ ↘ 2a : (divisée) 2b : 4b | L | *LP* II

En réalité, pour passer d'un type à l'autre, il suffit de supposer que dans le cours du développement, la lame ventrale I s'est avancée plus loin en arrière que chez *Cyprina islandica*, et s'est arrêtée juste en face de *3a* dont elle arrête le développement. Par suite à la valve gauche, la lame II est obligée de se recourber deux fois en Λ au lieu de rester en forme de $\backslash$. *Pygocardia* correspond donc à un stade ontogénétiquement plus avancé que *Cyprina*; à moins que l'on ne veuille voir un arrêt de développement dans cette dernière.

Enfin le processus est complètement réalisé dans une petite forme actuelle décrite sous le nom de *Cyprina minima* Hanley (Lambasle Bay) et qui est exactement intermédiaire entre les Cyprines et les Cythérées. Elle diffère des précédentes par son sinus palléal à peine indiqué, pas plus que chez *C. islandica*, et par la charnière de la valve gauche. A la valve droite, fig. 16, on voit la dent 1 intercalée entre *3a* et *3b*, n'atteignant pas encore le sommet; *3a* est en continuité avec le bord cardinal. A la valve gauche *LA II* et *2a*, saillantes toutes les deux sont en continuité. Cette forme ressemble tout à fait à une Cythérée avant son complet développement, et la nymphe ligamentaire est même très peu développée. Cependant toutes les Cythérées que j'ai pu examiner ont acquis leur caractère d'adulte à une taille bien inférieure; elles ont alors un sinus palléal profond; de plus elles sont dépourvues de *DLP* qui, dans *C. minima*, existent, grêles, et très allongées comme dans les jeunes Cyprines. Je crois donc qu'il s'agit là non d'un individu incomplètement développé

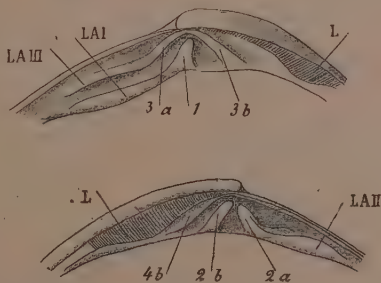


Fig. 16. — *Cyprina* (?) *minima* (actuel).
8 mill.

mais d'une forme de passage devant être rapportée plutôt aux Vénéridés et n'appartenant pas au genre *Cyprina*.

CYPRICARDIIDÉS. — *Cypricardia* (fig. 17, 1). J'ai étudié quatre espèces vivantes et un fossile qui fournissent des variations intéressantes. Dans le jeune *C. angulata* (1^{er} 1/2) à la valve droite, I une lame ventrale oblique, indivise, et III est une lame faiblement arquée, continue, avec deux crêtes saillantes, l'une en avant, l'autre en arrière de I. La valve gauche montre par suite la lame II indivise, deux fois recourbées. Chez l'adulte de cette espèce la lame III devient rudimentaire en son milieu et se réduit presque exclusivement à ses deux extrémités *LA III* et *3b*. En même temps, à l'autre valve, la lame II fortement arquée, s'accole au bord dorsal. Cette lame se compose : 1° d'une portion antérieure recourbée en V, qui reçoit *LA III* dans sa fossette dorsale, et représente par suite *LA II* et *2a* encore indivises, et 2° d'une dent descendante *2b*. Entre *2a* et *2b*

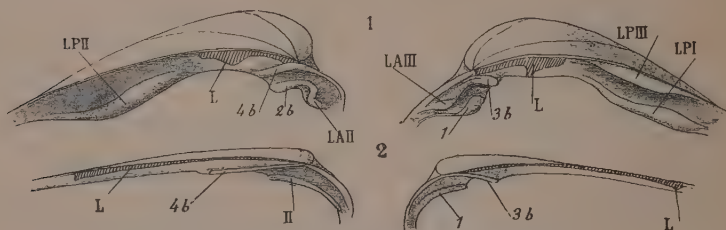


Fig. 17. — 1, *Cypricardia angulata* (actuel);
2, *Coralliophaga coralliophaga* (actuel).

s'engage la forte dent ventrale de la valve droite, que l'on doit par suite déterminer 1. Cette dent représente l'extrémité postérieure saillante de la lame I qui ne s'est pas divisée, et dont la portion postérieure *LA I*, confondue avec le bord du plateau, n'est pas saillante. Enfin *4b* et les dents latérales sont bien marqués.

Cypricardia est tout à fait analogue à *Pygocardia*, abstraction faite de la forme beaucoup plus allongée de la coquille. Les choses se passent comme si la dent 1 avait quelque peu continué son évolution en arrière, permettant le développement de *LA III*, tout en arrêtant encore celui de *3a*, et avait entraîné ainsi les dents *2a* et *2b* loin de *LA II*, avec laquelle *2a* était encore soudée dans le type précédent.

V. Dr.	LA	:	O ¹	:	III		:	O ^{3a}	:	1	:	3b	:	L		LP	:	I	:	III
V. G.	LA	:	II	:	2a	:	2b	:	4b	:	L		LP	:	II	:		:		

D'autres espèces, comme *C. rostrata*, *C. guineensis*, montrent la disparition de *LA II* : le bord cardinal n'est plus saillant en avant de *2a*; *1* est très volumineux, triangulaire et écarte les autres dents cardinales; enfin *LA I* est rudimentaire : c'est le dernier terme de cette évolution.

Coralliophaga (fig. 17, 2). Les jeunes *Cypricardia* se rapprochent beaucoup de *Coralliophaga*, que l'on peut considérer comme un type embryonnaire persistant, relié à la forme normale par des intermédiaires nombreux. Les choses se passent comme si la coquille avait été dans son ensemble étirée fortement en longueur en avant du sommet, ce qui aurait empêché le plissement des lamelles primitives. Il est naturel de chercher l'explication de ce fait dans le mode de vie de l'animal qui vit dans des trous de rocher et n'est par suite pas exposé à des tractions violentes tendant à ouvrir sa coquille. La réduction de l'appareil cardinal semble un fait très général, et bien connu chez les Acéphales rupicoles. Les relations de *Coralliophaga* avec *Cypricardia* sont si manifestes que les deux genres étaient confondus au début. Le fait intéressant à constater est l'analogie de *Coralliophaga* avec les formes embryonnaires.

C. lamellosa montre à la valve droite la lame *I* saillante un peu relevée à son extrémité *1*; *LA III* n'est pas distinct; à la valve gauche *II* est continu et deux fois recourbé : *LA II*, *2a* et *2b* sont indivis;

Chez *C. coralliophaga* *LA II* cesse d'être distinct de *2*, et l'ensemble reste faiblement arqué, ainsi que *I*.

Chez *C. Guerini* et surtout *C. solenoides*, *I* et *II* sont très faiblement arqués, indivis et presque parallèles au bord du plateau.

En suivant cette même série, on assiste encore à la réduction progressive de *4b* et des *LP*, ces derniers disparaissent complètement dans les dernières espèces.

Isocardia (Fig. 18) peut être considéré comme dérivant de jeunes

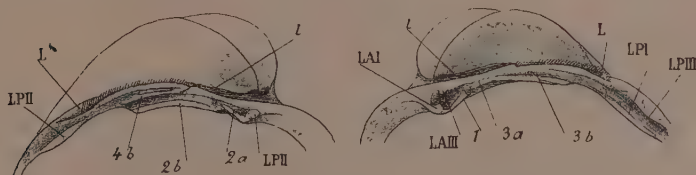


Fig. 18. — *Isocardia Lamarcki* (actuel).

Cypricardia par une sorte d'étirement suivant la circonférence (voir page 112). *I. Lamarcki* a la formule normale.

V. Dr.	LA I : (III)	3a : 1 : 3b	L	LP I : (III)
V. G.	LA II	2a : 2b : 4b	L	LP II

LA III et *LP III* peu développés, mais bien nets; *LA I* est un petit mamelon saillant indépendant de 1; cette dernière dent est une lame obtuse formant le bord ventral, et qui s'arrête juste en face de 3b. *LA II* est soudé à 2a et forme avec elle une lame courbe, aiguë, nettement divisée en deux saillies; 2b en est séparé et passe par dessous.

Chez *I. Moltkiana* *LA I* et 1 sont plus nettement unis; *LP III* est très réduit. Enfin chez *I. cor* et *I. fraterna* adultes, *LA I*, *LA III* et *LA II* disparaissent. Il reste donc

V. Dr.	3a : 1 : 3b	L	LP I
V. G.	2a : 2b	L	LP II

Modiolarca. — Développement (fig. 19). J'ai suivi le développement de *M. pusilla* Gray du Cap Horn, depuis le stade 0,35 millimètres; des embryons de même taille ont été trouvés en quantité innombrable dans des coquilles, beaucoup plus grandes, de *M. fuegiensis* Roch. et Mab., aussi du Cap Horn mais provenant d'une autre localité. Ces embryons sont identiques; ce fait est important à noter parce que, à ce stade, ils peuvent à peine être distingués de ceux de *Lasaea rubra*, de la famille des Erycinidés, dont j'ai suivi

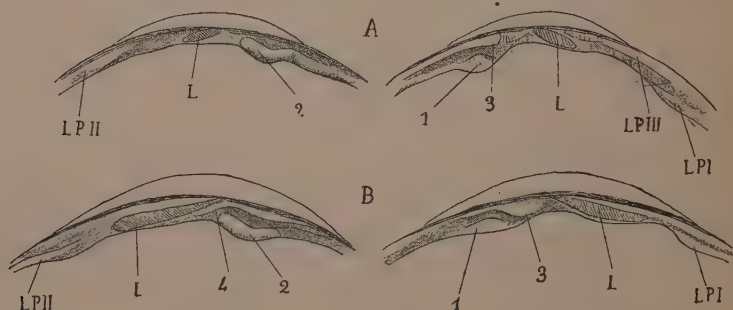


Fig. 19. — *Modiolarca pusilla* (Cap Horn). A, stade de 0,8 mill.; B, stade de 1,2 mill.

aussi le développement sur des individus très nombreux provenant de sables du Cap Horn. Comme j'ai pu obtenir en abondance tous les stades de chacune de ces deux formes, je puis être certain des déterminations; mais je ne décrirai que les stades plus importants.

Le développement est très lent, et peut être suivi avec une grande facilité (fig. 1 et 19).

Le stade le plus jeune obtenu, encore contenu dans la coquille du parent, a une charnière presque rectiligne, avec un plateau cardinal qui n'est développé qu'en avant et en arrière, au point où les lamelles primitives sont représentées par de simples tubercules. La valve droite diffère de celle de *Lasaea rubra* seulement en ce qu'au stade correspondant le tubercule postérieur dorsal n'est pas développé à la valve droite. Le ligament, très réduit, est dans une petite fossette oblique un peu en arrière du milieu (fig. 1, page 108).

A la taille de 0,6 mill. seulement, les différences avec *Lasaea* commencent à s'accroître. Le ligament occupe toute la largeur de la charnière dans le sens dorso-ventral, et il s'étend plus loin en arrière. Il est bordé de deux très faibles mamelons crénelés, identiques à ceux des *Taxodontes*, situés au bord dorsal. Les deux lames ventrales de chaque valve se sont beaucoup allongées, surtout les lames postérieures (*LP I* et *LP II*) qui sont assez éloignées du ligament. Les lames antérieures I et III sont bien saillantes à leur extrémité antérieure, et I forme même comme un repli où est logée l'extrémité saillante de II. Les lames dorsales ne sont pas développées à la valve gauche; à la valve droite, la lame III est visible sous forme d'un épaississement du bord cardinal.

A une taille plus considérable, le processus indiqué continue. Le ligament s'étend de plus en plus en arrière et devient marginal; le plateau se développe en dedans de lui, de sorte qu'il n'atteint plus le bord ventral. Les *DLP* restent par suite loin en arrière et sont lamellaires. Chez l'adulte, elles disparaissent en général, mais on en trouve parfois des rudiments.

Les lamelles antérieures s'effacent dans leur portion antérieure; les *DLA* ne sont donc pas marquées; au contraire, leurs extrémités 1 et 2 sont très saillantes et peu allongées et restent près du crochet. On voit la lame dorsale III s'accroître peu à peu et contourner 1, et dans quelques individus âgés (5 mill.) elle arrive à se séparer du bord cardinal et à constituer ainsi une véritable dent 3b.

La lame IV ne se sépare pas du bord cardinal, en avant, mais elle est bien individualisée en arrière à cause du développement d'une nymphe ligamentaire. La formule est donc

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad \overline{3a : 1 : 3b} \quad \left| \begin{array}{l} L \\ LP (I) \end{array} \right. \\ \text{V. G.} \quad \overline{4a : 2 : 4b} \quad \left| \begin{array}{l} L \\ LP (II) \end{array} \right. \end{array}$$

Dans de grandes espèces, *M. Sauvincti*, *M. fuegiensis* Roch. et Mab.,

le système cardinal est encore plus concentré au-dessous du sommet; 1 et 2 sont deux petits tubercules ventraux, très peu allongés, au-dessus desquels se développent les lames dorsales arquées. Pas de DLP.

$$\begin{array}{rcl} \text{V. Dr.} & 1 : 3 & | \text{ L } \\ \text{V. G.} & 2 : 4 & | \text{ L } \end{array}$$

PÉTRICOLIDÉS. — Les Pétricolidés montrent une série régressive partant de *Tapes*, analogue à celle que nous avons trouvée dans les Cypricardiidés.

Venerupis Lk. *V. irus* Lk. a exactement une charnière de *Tapes*.

$$\begin{array}{rcl} \text{V. Dr.} & | 3a : 1 : 3b & | \text{ L } \\ \text{V. G.} & | 2a : 2b : 4b & | \text{ L } \end{array}$$

V. substriata montre, à l'intérieur de l'espèce même, la régression de *3a* et de *2a* qui peuvent, ou bien être assez développés, ou bien s'effacer presque complètement avec tous les intermédiaires. En même temps, *1* n'atteint plus le sommet et garde sa position ventrale.

V. striata. *3a* et *2a* ont disparu. Les dents restantes *1 : 3b*, et *2b : 4b* encore très saillantes, montrent leur position ventrale ou dorsale dans les jeunes individus.

Petricola Lk. Les dents sont moins saillantes et plus allongées chez *P. arcuata* (Californie).

Enfin chez *P. cylindrica* l'étiement dans le sens postérieur est plus marqué : *1* est une courte lamelle saillante; *2* est une lamelle arquée pour recevoir la dent *1*, et où l'on peut encore distinguer *2a* et *2b*; *4b* est une lamelle fine, au bord de la nympe ligamentaire, très peu saillante. On arrive ainsi à des formes qui rappellent tout à fait *Coralliophaga*, et en ont été séparées surtout à cause du sinus palléal peu échancré dans ce dernier genre, où l'étiement est poussé plus loin, et à cause de la présence chez *Coralliophaga* de DLP rudimentaires. Il ne semble pas y avoir de relation phylogénétique directe entre les deux groupes, mais la convergence due au même genre de vie est évidente.

ERYCINIDÉS. — Développement de *Lasaea* (*L. rubra*, Cap Horn). Les plus jeunes individus observés ont environ 4/10 de millimètre. La coquille est d'un jaune orangé, très bombée. Elle ressemble beaucoup au test de certains Ostracodes et à la coquille de *Modiolarca*, mais la confusion n'est pas possible. En effet, 1° j'ai pu suivre tous les stades de cette phase jusqu'à l'adulte sur un très grand nombre d'individus, 2° au sommet de coquilles plus âgées,

on voit encore parfois la coquille embryonnaire distincte avec sa forme et sa couleur. Elle se distingue de celle de *Modiolarca* par une forme un peu plus arrondie; la ligne cardinale est plus courte et moins rectiligne; le plateau cardinal, très faible, se prolonge plus loin, en avant et en arrière, sur le bord courbe de la coquille (Fig. 20, 1). Les valves sont inéquilatérales : le côté postérieur est plus raccourci dans le sens antéro-postérieur; le côté antérieur plus allongé est aussi plus aminci dans le sens dorso-ventral. Une fossette ligamentaire extrêmement faible existe un peu en arrière du milieu. Sa nature est indiquée par la présence du ligament

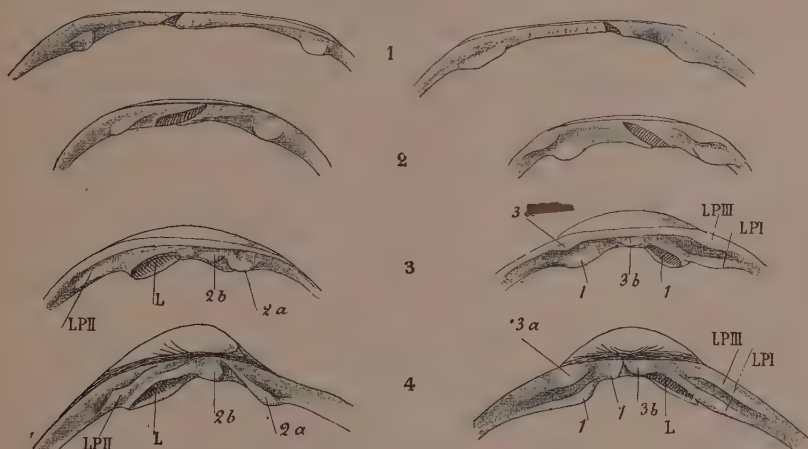


Fig. 20. — Développement de *Lasaea rubra* (Cap Horn). 1, stade de 0,5 mill.; 2, 0,8 mill.; 3, 1,1 mill.; 4, 1,5 mill., très voisin de l'adulte.

que l'on voit par transparence, les deux valves étant réunies; celui-ci apparaît quand on veut séparer les deux valves et reste attaché à l'une d'elles. Les deux valves présentent chacune une dent antérieure et une dent postérieure, en forme de mamelons presque hémisphériques, très éloignées du milieu de la charnière. Celles de la valve droite sont ventrales par rapport à celles de la valve gauche. Autour d'elles s'ébauche un rudiment de plateau cardinal.

2^e Stade. — Le stade suivant est réalisé à une taille à peine supérieure à la précédente. Il est caractérisé par l'apparition d'une dent dorsale, encore très faible, de chaque côté, à la valve droite, et plus rapprochée du milieu que la dent ventrale. A la valve droite

on voit la dent unique se creuser en arrière d'une fossette pour recevoir la dent ventrale à la valve droite (Fig. 20, 2).

3^e Stade. — Le ligament s'accroît très obliquement en arrière en se portant du côté ventral. Il ne tarde pas à être logé à chaque valve dans une cavité, dont les bords sont légèrement saillie au bord ventral du plateau. C'est à ce moment que les différences avec *Modiolarca* commencent à se manifester. Les dents antérieures s'écartent l'une de l'autre à la valve droite (Fig. 20, 3).

4^e Stade. — L'accroissement intercalaire étant assez faible, les productions cardinales s'écartent peu du sommet. Les dents 1, 2, LP I et II s'allongent. Sous le sommet apparaissent aux deux valves deux très faibles dents qui occupent toute la largeur du plateau très étroit en ce point. Je les considère comme représentant 3b et 4b.

5^e Stade. — On arrive ainsi à l'adulte, où ces dents 3b et 4b sont souvent un peu plus fortes, mais très diversement développées suivant les individus. Le ligament très oblique est dans une fossette à bord saillant ; il n'arrête donc le développement d'aucune dent. 1 s'étend jusqu'au sommet.

V. Dr.	3a : 1 : (3b)	L	LP I : II
V. G.	2 : 4b	L	LP II

Morphologie. — On voit que les dents antérieures proviennent de tubercules placés très loin du milieu de la charnière dans la forme embryonnaire ; ces dents restent en place jusque chez l'adulte. Il me semble donc impossible, dans le cas présent, de faire une distinction entre dents latérales antérieures et dents cardinales ; 1, 2, 3a représentent les lames antérieures primitives indivises, équivalentes aux lames postérieures qui, dans certains types, leur ressemblent d'une manière frappante (*Montacuta*).

Ordinairement la dent 1 est une lame assez courte, atteignant le sommet et convergente avec la dent 3a dont elle paraît parfois être un repli (*Bornia*) ; il est facile de vérifier son indépendance chez l'adulte. Même remarque pour 2 et 4b.

Kellya (*K. Caillaudi*) ; *Bornia* (*B. crenulata*), *Scacchia* (*S. ovata*).

V. Dr. :	3a : 1	L	LP I : III
V. G.	2 : 4b	L	LP : II

Montacuta (*M. bidentata*). — Remarquable par l'allongement des dents extérieures. Le développement, suivi sur une espèce du Cap Horn, montre que 1 ne s'étend pas jusqu'au sommet, tandis que 3 se replie pour former la dent cardinale voisine du ligament, qui ressemble à la dent 1 des types précédents. Ici on peut admettre

l'existence de véritables dents latérales, car la lame II se renfle loin avant du sommet.

V. Dr.	LA I : III	3a : 3b	L	LP I : III
V. G.	LA II	2	L	LP II

Montacuta fait en quelque sorte la transition aux Kellyellidés.

KELLYELLIDÉS. — Développement. — J'ai suivi le développement depuis les stades les plus anciens sur une espèce de *Lutetia* de Dax (fig. 21). C'est un développement typique de forme à 3 dents cardinales, où les dents latérales antérieures ne se développent pas. Les Kellyellidés restent au stade qui précède le stade permanent des

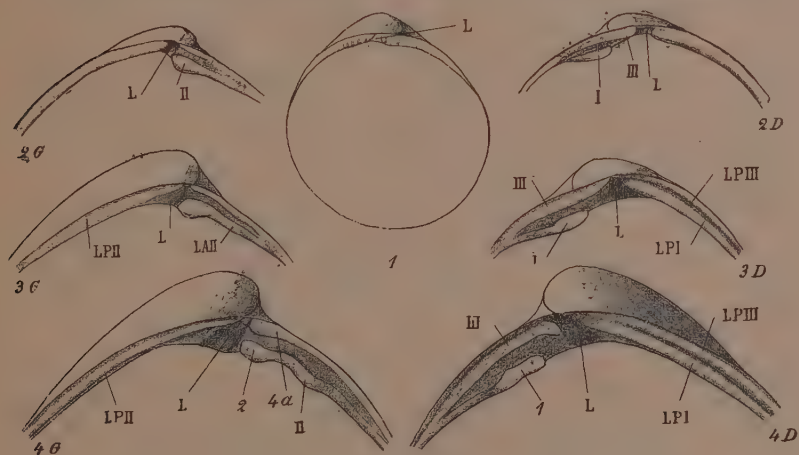


Fig. 21. — Développement de *Lutetia* sp. (Miocène de Dax).

Cyrénidés, Vénéridés, etc.; la lame 1 n'atteint pas le sommet et 2 reste indivis et simplement arqué. On sait d'ailleurs que les *Kellyella* des grandes profondeurs ont été prises pour des embryons d'*Iso-cardia*.

V. Dr.	1 : 3	L	LP I : III
V. G.	2 : 4	L	LP II

4 se confond avec le bord cardinal qui ne se replie pas pour former une dent 4b. Dans une forme du cap Horn, non décrite et voisine de *Kellyella*, et dont j'ai suivi le développement, un stade un peu plus avancé est réalisé. 1 est une dent triangulaire, saillante, 2 fortement recourbé et indivis l'entoure et est entouré aussi par 3, recourbé et indivis. Ligament interne. DLP I, II, III peu allongés. Même formule.

CHAMIDÉS. — Je n'ai jusqu'ici pu trouver aucune coquille plus petite qu'un demi-centimètre environ. Néanmoins la morphologie ne me paraît présenter aucune difficulté, si l'on compare les *Chama* aux formes jeunes des types précédents. Je ne m'occuperai que des formes normales de *Chama*, qui correspondent exactement aux types étudiés jusqu'ici.

Valve droite. — Il existe toujours une forte dent dorsale 3, arquée, où l'on peut quelquefois reconnaître une portion antérieure 3a et une portion postérieure 3b. (*C. calcarata*, *C. gryphoides*, *C. gryphina*) mais la séparation en 2 dents cardinales n'est jamais poussée bien loin. On voit parfois des rudiments de dents latérales LA I et LP I (*Chama lazarus*).

Valve gauche. — On voit toujours une forte dent lamellaire limitant le bord interne du plateau cardinal. Elle prend son origine du côté antérieur, comme le montrent les individus jeunes; elle correspond à la lamelle 2, où les régions 2a et 2b ne se sont pas indivi-

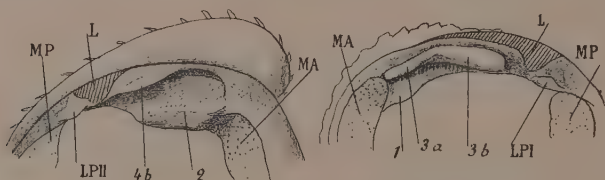


Fig. 22. — *Chama lazarus* (actuel). MA, MP, muscles.

dualisées, probablement à cause du raccourcissement du plateau cardinal, sur lequel le muscle antérieur a une tendance à empiéter. La dent latérale LA II ne se développe presque jamais; on peut cependant en voir parfois un rudiment.

De l'autre côté de la fossette est une lame allongée, beaucoup plus faible, qui semble avoir échappé à M. Douvillé, mais qui a, au contraire, été admise par M. Fischer, c'est la dent 4b. Elle se voit nettement le long du plateau ligamentaire.

Chez *Chama lazarus* Lk. (actuel) *C. substriata*, *C. papyracea* Desh. (Eocène) *Ch. gryphoides* (actuel), etc., elle est très réduite, mais encore visible chez une forme inverse (*Ch. gryphina* Lk. actuel). Enfin, une dent latérale postérieure LA II se voit parfois comme une faible saillie en arrière de la fossette cardinale (*C. gryphoides*, *C. gryphina*, *C. papyracea*, etc.). Elle a été reconnue par M. Douvillé, mais méconnue par M. Fischer.

La formule complète des formes normales de *Chama* est donc

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad LA \text{ (I)} \quad | \quad \overline{3a : 3b :} \quad | \quad L \quad | \quad LP \text{ (I)} \\ \text{V. G.} \quad OLA \quad | \quad : 2 : 4b \quad | \quad L \quad | \quad LP : \text{ (II)} \end{array}$$

Elle peut se réduire à

$$\begin{array}{l} \text{V. Dr.} \quad | \quad : 3 \quad | \quad L \\ \text{V. G.} \quad | \quad 2 : \quad | \quad L \end{array}$$

Voici maintenant la concordance des notations employées avec celles qui ont été proposées par M. Douvillé et par M. Fischer pour les Chamidés et les Rudistes. On concevra facilement que nous n'ayons pu étendre ces notations aux autres groupes de Lamelli branches. Nous rappelons que les fossettes sont représentées par M. Douvillé et M. Fischer par des lettres minuscules, et dans la notation proposée ici par des lettres accentuées.

Valve gauche β					Valve droite α			
Notation de M. Douvillé et de M. Fischer.	} b'	N	b	M	B'	n	B	m
Notation de M. Munier- Chalmas et de F. Bernard.	} 1'	2	3'	4b	1	2'	3	4b'

La dent 1 n'apparaît pas chez les Chamidés et se retrouve au contraire chez les Diceratidés et les Rudistes.

D. — Formes à ligaments internes (*Desmodontes* de Neumayr) pouvant être rapportées au type B.

MACTRIDÉS. — *Maetra*. — Développement suivi : *Maetra triangularis*. Miocène de Dax ; *M. solida*, actuel (St-Vaast). Le développement offre des analogies avec celui des Cyrènes, seulement l'accroissement tangentiel est très faible entre le sommet et l'extrémité ventrale de la fossette ligamentaire : celle-ci reste donc interne. Dans les jeunes individus, à la valve droite, la lame III se replie en dedans comme d'habitude et constitue une dent *3b* antérieure au ligament, aussi bien développée que les autres dents, mais celui-ci se développant un peu du côté antérieur, envahit la dent *3b* et arrête son développement ultérieur, sauf près du sommet où il s'en voit un rudiment chez l'adulte. En même temps, une nouvelle expansion du bord dorsal, près du sommet, isole de la fossette interne un court et étroit ligament externe : cette lame peu saillante

constitue le rudiment d'une nymphe ligamentaire. La lame I ne s'avance pas en arrière de *3a* et par suite la dent 1 n'existe pas.

A la valve gauche, on voit chez le jeune une forte dent *4b* qui est envahie par le ligament, en laissant un rudiment près du sommet.

La lame III se développe comme chez les Cyrènes, par exemple, et se sectionne assez tard en *LA III* éloigné de *2a* et *2b*, dents cardinales divergentes. Enfin une faible nymphe ligamentaire isole le ligament externe du ligament interne.

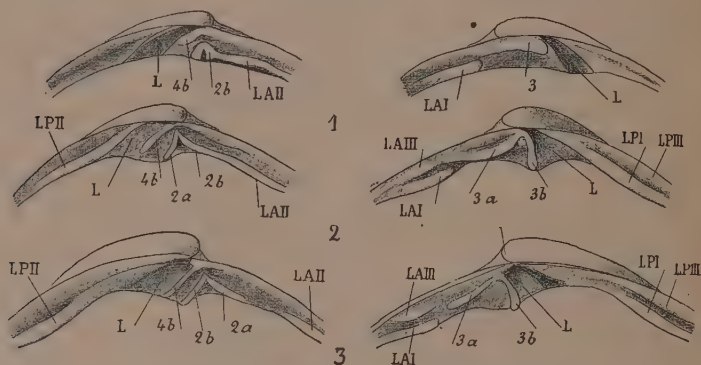


Fig. 23. — Développement de *Mactra solida* (actuel).

L'absence de la dent 1 a pour Neumayr une importance capitale : comme les dents cessent d'alterner d'une valve à l'autre, il en conclut que le type de charnière est formellement opposé à celui des Hétérodontes. Cette manière de voir amènerait à séparer les *Sphaerium* des Cyrènes. Neumayr cherche à ramener *Mactra* au type des Myes et des Panopées, en imaginant que toute la région cardinale représente le cuilleron ligamentaire qui aurait été abandonné partiellement par le ligament. Le développement nous conduit à un résultat directement opposé et montre que le processus s'est fait d'une manière inverse. D'ailleurs, dans son hypothèse, Neumayr ne parvient guère à expliquer les dents latérales des Mactres qu'il se refuse à comparer à celles des Hétérodontes.

Un assez grand nombre de Mactridés présentent à l'état adulte toutes les dents *2a*, *2b*, *3b* et *4b* bien développées, allant jusqu'au bord ventral du plateau. La formule complète des Mactres ne diffère donc de celle des Cyrènes que par l'absence de la dent 1, dont je n'ai nulle part trouvé de rudiment.

V. Dr. LA I : III		3a : 0 ¹ : 3b		LP : I : III
V. G. LA : II :		2a : 2b : 4b		LP : II :

Ces espèces (*M. Fauroti* Jouss., *M. isthmia* Jouss., etc.), correspondent aux stades jeunes de *M. solida*, *M. stultorum*, etc., d'autant plus que la continuité de LA II et 2a n'est pas encore interrompue.

En partant de ces formes, que nous considérons comme les plus normales, puisqu'elles sont plus rapprochées du type embryonnaire, nous constatons plusieurs sortes de variations qui nous conduisent aux familles voisines.

1° Les dents cardinales qui restent encore saillantes ne se développent pas dans toute la hauteur du plateau et restent limitées au voisinage du sommet. Ceci est indiqué dans la plupart des *Mactra*, *Hemimactra*, etc., où 3b et 4b restent rudimentaires et ne réapparaissent que vers le sommet ; chez *Standella striatella* 2b même est atteint par la régression.

2° Les dents 2a et 2b ont une tendance à se rapprocher de plus en plus ; en d'autres termes : l'extrémité épaissie de la lame 2 qui, à l'état embryonnaire, apparaît comme une simple dent bifide, reste à cet état ; il y a donc toutes les transitions entre les cas de deux dents distinctes 2a et 2b et celui d'une seule dent 2 plus ou moins divisée par un sillon. Cela nous mène aux Scrobiculariids. La question d'homologie de ces dents chez les Mactres se résout donc d'elle-même : il s'agit d'une production qui peut rester simple et correspond alors à la dent 2 (cardinale antérieure) des Astartes, ou bien se divise et correspond à l'ensemble des deux dents 2a et 2b des Cythérées et des Cyprines. Dans le cas où 2a et 2b ne se séparent pas, cette dent bifide 2 a une tendance à rester dans le voisinage du sommet (*Mactra glauca*, *Lutraria*).

3° Les dents latérales ont une tendance à se rapprocher du sommet (*Eastonia*, *Cacella chinensis* Desh., Japon). Cela nous conduit aux Mésodesmatidés.

4° Enfin le ligament tend à gagner de plus en plus du côté antérieur ; ce qui se verra aussi dans les familles suivantes.

Tous ces processus paraissent absolument indépendants les uns des autres.

Schizodesma (*S. Spengleri* L. Cap.) — Ici l'accroissement de la région cardinale dans le sens transversal est relativement considérable, comme chez *Rangia*, et le sommet est loin du bord libre du ligament. Mais le bord dorsal de la coquille ne se referme pas au-dessous du ligament, et le ligament est logé dans une profonde échancrure triangulaire et non dans un tunnel. C'est un cas inter-

médiaire entre celui de *Mactra* et celui de *Rangia*. Mais la disposition des dents rappelle celle de *Mactra* : 2a et 2b forment un V, et 1 n'est pas développé, 3b est visible en avant du ligament.

Merope. — (*M. capillacea* Desh. Inde.) — Ce genre montre une tendance des dents latérales à se rapprocher du sommet, à la valve gauche, LA II est presque parallèle à 2a ; à la valve droite 3a est en continuité avec LA III et s'en distingue simplement par son relèvement tranchant. Le ligament débordant en avant, le rudiment de 4b n'est plus visible et 3b qui borde la fossette ligamentaire est faiblement saillant.

Schizothærus (*S. maximus*, Pacifique) a encore toutes les dents de *Mactra*, mais très petites, ramassées autour du sommet. LA I seul atteint le bord ventral. Ligament externe bien développé.

Eastonia (*E. rugosa* Lk. Europe). — Le plateau cardinal tend à se raccourcir autour du ligament et celui-ci tend encore à envahir le côté antérieur. Les DLP sont très courtes et tendent à converger vers le sommet ; 3b est réduit à une très faible lamelle ; 4b n'existe plus, et c'est 2b, rudimentaire, qui déborde sur la fossette ligamentaire.

Lutraria (*L. elliptica* actuel). — Le processus est moins avancé en ce qui concerne les dents cardinales, car 3a et 3b sont normalement développées ; 2a et 2b sont soudées en une forte dent bifide 2, n'atteignant pas le bord ventral. Mais, d'autre part, les dents latérales n'existent pas, sauf LA II, faible, parallèle à 2b.

Raeta. (*R. canaliculata* Gray, Océan Indien). — LA II est encore plus faible, est reliée à 2a comme à l'état embryonnaire. Cette dent a naturellement passé inaperçue. 2 est une petite dent bifide ; 4b est tout à fait rudimentaire ; sur le ligament il existe de faibles DLP (I et II) atteignant presque le sommet. A la valve droite, 3b, rudimentaire, ne se voit qu'au sommet.

Dans toute cette série de formes on assiste à la croissance de plus en plus grande du ligament dans le sens dorso-ventral, ce qui nous mène au cuilleron des Myidés.

Mais on voit aussi que la réduction des dents latérales est indépendante de celle des dents cardinales.

SCROBICULARIIDÉS. — La charnière peut s'expliquer facilement en partant des Mactridés. *Cumingia* (*C. tellinoides* Conr. Antilles) fait la transition. Les DL ventrales sont bien développées et n'atteignent pas le sommet ; à la valve droite, 3b est atteint par le ligament et peut être assez effacé ; 4b a disparu ; enfin 2 n'est pas bifide ; c'est une forte dent qui borde la fossette ligamentaire.

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. (*Décret du 12 décembre 1873*). (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. (*Art. 42 du règlement administratif*.)

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre 1871*).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1895

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, 7, rue des Grands-Augustins, 7,

Les 1^{er} et 3^e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
7	4	4	1 18 ^e	6	10	4	2
21	18	18	22	20	24	18	16

Séance générale annuelle à 3 heures, le 18 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1895

Président : M. LINDER.

Vice-Présidents :

M. DOLLFUS. | M. DE MARGERIE. | M. DELAFOND. | M. PRESTWICH.

Secrétaires :

M. L. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. LÉON JANET.

Archiviste : M. THÉVENIN.

Membres du Conseil :

M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.

M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.

M. BOULE.
M. HAUG.
M. GOSSELET.
M. M. BERTRAND.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 3-9 (T. XXIII).

MICHALET. — <i>Le Bathonien des environs de Toulon et ses Echinides.</i> <i>Description d'un nouveau genre Heteropedina, avec 1 figure</i> <i>dans le texte.</i>	65
H. NOLAN. — <i>Structure géologique d'ensemble de l'archipel baléare,</i> <i>avec 6 figures dans le texte.</i>	76
J. ROUSSEL. — <i>Note sur la découverte du Ligérien à Céphalopodes dans</i> <i>les environs de Padern (Pyrénées-Orientales), avec 1 figure</i> <i>dans le texte.</i>	92
MATHIEU MIEG. — <i>Note sur les calcaires coralligènes d'Istein.</i>	95
F. BERNARD. — <i>Première note sur le développement et la morphologie de</i> <i>la coquille chez les Lamellibranches.</i>	104

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.